

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002970

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-051445
Filing date: 26 February 2004 (26.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

17.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 2 月 2 6 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 5 1 4 4 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 5 1 4 4 5]

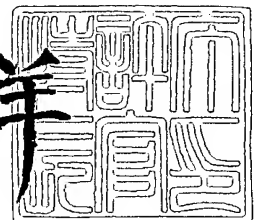
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社
株式会社豊田中央研究所

2 0 0 5 年 3 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川

洋



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 2 6 7 4 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 PA14G416
【提出日】 平成16年 2月26日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01M 8/04
H01M 8/06

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 荻野 温

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 青山 智

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 伊澤 康浩

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県静岡市栄町3-1 あいおい損保静岡第一ビル2F 株式会社
インタープロジェクト 静岡営業所内
【氏名】 塩川 諭

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4-1番地の1 株式会社豊
田中央研究所内
【氏名】 志満津 孝

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4-1番地の1 株式会社豊
田中央研究所内
【氏名】 青木 博史

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4-1番地の1 株式会社豊
田中央研究所内
【氏名】 三井 宏之

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】
【識別番号】 000003609
【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代理人】
【識別番号】 110000028
【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所
【代表者】 下出 隆史
【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 133917
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105457

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

燃料電池システムであって、

電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、

前記アノード流路中の水素の分圧を低減することによって、前記水素透過性金属層の劣化を抑制する水素透過性金属層劣化抑制部と、

前記水素透過性金属層の温度に関するパラメータを取得する温度パラメータ取得部と、

前記燃料電池システムの運転状態を制御する燃料電池制御部と、

を備え、

前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合に前記透過性金属層劣化抑制部を作動させる劣化抑制モードを有する、燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池システムであって、

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記アノード流路への前記燃料ガスの供給量を低減することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減するガス供給量低減部を有する、燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の燃料電池システムであって、

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、燃料ガス中の水素を分離する水素分離装置を備え、前記アノード流路に前記水素分離装置により水素濃度が低減された燃料ガスを供給することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減する水素濃度低減部を有する、燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の燃料電池システムであって、

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、さらに、前記アノード流路への前記燃料ガスの供給量を低減することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減するガス供給量低減部を有しており、

前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の下限温度以下の場合に前記水素濃度低減部を作動させ、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の上限温度以上の場合に前記ガス供給量低減部を作動させる、燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の燃料電池システムであって、

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記アノード流路に前記燃料ガスよりも水素の濃度が低いガスを供給することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減する低水素濃度ガス供給部を有する、燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記水素透過性金属層の昇温を促進する昇温促進部を備え、

前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が前記所定の温度範囲の下限温度以下の場合に前記昇温促進部を作動させる昇温モードを有する、燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 6 記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池は、酸化触媒が設けられたガス流路である加熱流路を有しており、

前記昇温促進部は、前記加熱流路に可燃性成分と支燃性成分とを含むガスを供給するこ

とにより前記水素透過性金属層を加熱する水素透過性金属層加熱部を有する、燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記水素透過性金属層の降温を促進する降温促進部を備え、
前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が前記所定の温度範囲の上限温度以上の場合に、前記降温促進部を作動させる降温モードを有する、燃料電池システム。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか記載の燃料電池システムであって、さらに、
水素元素を有する改質原料から水素を含む燃料ガスを生成する改質器を備え、
前記燃料電池制御部は、前記改質器の運転を継続しつつ前記水素透過性金属層劣化抑制部を作動させる、燃料電池システム。

【請求項 10】

燃料電池システムであって、
電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、
前記燃料電池に供給されるガスの温度を調節することによって、前記水素透過性金属層の劣化を抑制する水素透過性金属層劣化抑制部と、
前記水素透過性金属層の温度に関するパラメータを取得する温度パラメータ取得部と、
前記燃料電池システムの運転状態を制御する燃料電池制御部と、
を備え、
前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合に前記透過性金属層劣化抑制部を作動させる劣化抑制モードを有する、燃料電池システム。

【請求項 11】

請求項 10 記載の燃料電池システムであって、
前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記燃料電池に供給されるガスを冷却する供給ガス冷却部を備えており、
前記燃料電池制御部は、前記水素透過性金属層の温度が所定の上限温度以上の場合に前記供給ガス冷却部を作動させる、燃料電池システム。

【請求項 12】

請求項 10 または 11 記載の燃料電池システムであって、
前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記燃料電池に供給されるガスを加熱する供給ガス加熱部を備えており、
前記燃料電池制御部は、前記水素透過性金属層の温度が所定の下限温度以下の場合に前記供給ガス加熱部を作動させる、燃料電池システム。

【請求項 13】

燃料電池システムであって、
電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、
前記燃料電池に前記燃料電池の作動温度よりも低温のガスを供給する低温ガス供給部と、
を備え、
前記低温ガス供給部は、前記低温のガスを前記燃料電池の作動温度に至らない範囲で加熱することによって、前記低温のガスで冷却されることに起因する前記水素透過性金属層

の劣化を抑制する低温ガス加熱部を備える、燃料電池システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記燃料電池システムの運転に伴って温度が上昇する補機を備え、
前記低温ガス加熱部は、前記低温のガスにより前記補機を冷却することにより前記低温のガスを加熱する、燃料電池システム。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 または 1 4 記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記燃料電池に前記燃料電池の作動温度よりも高温のガスを供給する高温ガス供給部を備え、
前記高温ガス供給部は、前記高温のガスを前記燃料電池の作動温度に至らない範囲で冷却することによって、前記高温のガスで加熱されることに起因する前記水素透過性金属層の劣化を抑制する高温ガス冷却部を備える、燃料電池システム。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記低温のガスと前記高温のガスとの熱交換を行う熱交換器を備え、
前記低温ガス加熱部は前記熱交換器により前記低温のガスを加熱し、前記高温ガス冷却部は前記熱交換器により前記高温のガスを冷却する、燃料電池システム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

この発明は、水素透過膜型燃料電池の水素透過性金属層の劣化を抑制する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

炭化水素系の改質原料から生成される改質ガスを燃料とする燃料電池システムでは、改質ガス中の一酸化炭素(CO)を低減するため改質ガスの精製が行われる。改質ガスの精製は、改質器に設けられた選択酸化部や水素透過膜を備える水素精製器等の精製装置によって行われる。このような精製装置を設けることによる燃料電池システムの複雑化を避けるため、精製されていない改質ガスを燃料に使用可能な電解質層に水素透過性金属層を備える燃料電池が提案されている(特許文献1参照)。

【0003】

【特許文献1】 特開平5-299105号公報

【特許文献2】 特開2003-95608号公報

【0004】

しかしながら、水素透過性金属は、低温では水素に接すると水素を吸収して水素脆化を生じる。また、高温で燃料電池反応が進行すると温度上昇により水素透過性金属層の金属拡散が生じる。そのため、水素透過性金属層を備える燃料電池では、水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲を外れた場合に水素を供給すると、水素透過性金属層が劣化することにより燃料電池の耐久性が損なわれる可能性がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、水素透過性金属層を備える燃料電池において、水素透過性金属層の劣化を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の第1の燃料電池システムは、電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、前記アノード流路中の水素の分圧を低減することによって、前記水素透過性金属層の劣化を抑制する水素透過性金属層劣化抑制部と、前記水素透過性金属層の温度に関するパラメータを取得する温度パラメータ取得部と、前記燃料電池システムの運転状態を制御する燃料電池制御部と、を備え、前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合に前記透過性金属層劣化抑制部を作動させる劣化抑制モードを有することを特徴とする。

【0007】

この構成によれば、アノード流路中の水素分圧の低減により、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0008】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記アノード流路への前記燃料ガスの供給量を低減することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減するガス供給量低減部を有するものとしてもよい。

【0009】

この構成によれば、アノード流路中の水素分圧の低減ができるので、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0010】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、燃料ガス中の水素を分離する水素分離装置を備え、前記アノード流路に前記水素分離装置により水素濃度が低減された燃料ガスを供給することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減する水素濃度低減部を有するものとしてもよい。

【0011】

この構成によっても、アノード流路中の水素分圧の低減ができるので、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0012】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、さらに、前記アノード流路への前記燃料ガスの供給量を低減することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減するガス供給量低減部を有しており、前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の下限温度以下の場合に前記アノード流路に供給される燃料ガス中の水素濃度を低減し、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の上限温度以上の場合に前記アノード流路への前記燃料ガスの供給量を低減するものとしてもよい。

【0013】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度に応じて、より適切にアノード流路中の水素分圧の低減ができる。

【0014】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記燃料ガスよりも水素の濃度が低いガスを供給することにより前記アノード流路中の水素の分圧を低減する低水素濃度ガス供給部を有するものとしてもよい。

【0015】

この構成によっても、アノード流路中の水素分圧の低減ができるので、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0016】

前記燃料電池システムは、さらに、前記水素透過性金属層の昇温を促進する昇温促進部を備え、前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が前記所定の温度範囲の下限温度以下の場合に前記昇温促進部を作動させる昇温モードを有するものとしてもよい。

【0017】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度が下限温度以下となった場合に水素透過性金属層が加熱できるので、水素透過性金属層の温度の所定の温度範囲への回復が容易となる。

【0018】

前記燃料電池は、酸化触媒が設けられたガス流路である加熱流路を有しており、前記昇温促進部は、前記加熱流路に可燃性成分と支燃性成分とを含むガスを供給することにより前記水素透過性金属層を加熱する水素透過性金属層加熱部を有するものとしてもよい。

【0019】

この構成によれば、可燃性成分と支燃性成分の燃焼反応により水素透過性金属層を加熱できるので、水素透過性金属層の温度の所定の温度範囲への回復が容易となる。

【0020】

前記燃料電池システムは、さらに、前記水素透過性金属層の降温を促進する降温促進部を備え、前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が前記所定の温度範囲の上限温度以上の場合に、前記降温促進部を作動させる降温モードを有するものとしてもよい。

【0021】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度が上限温度以上となった場合に水素透過性金属層が冷却できるので、水素透過性金属層の温度の所定の温度範囲への回復が容易とな

る。

【0022】

前記燃料電池システムは、さらに、水素元素を有する改質原料から水素を含む燃料ガスを生成する改質器を備え、前記燃料電池制御部は、前記改質器の運転を継続しつつ前記水素透過性金属層劣化抑制部を作動させるものとしてもよい。

【0023】

この構成によれば、水素透過性金属層の劣化を抑制している場合でも改質器の温度低下が抑制できるので、燃料電池システムの運転が容易となる。

【0024】

本発明の第2の燃料電池システムは、電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、前記燃料電池に供給されるガスの温度を調節することによって、前記水素透過性金属層の劣化を抑制する水素透過性金属層劣化抑制部と、前記水素透過性金属層の温度に関するパラメータを取得する温度パラメータ取得部と、前記燃料電池システムの運転状態を制御する燃料電池制御部と、を備え、前記燃料電池制御部は、前記温度パラメータによって表される前記水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合に前記透過性金属層劣化抑制部を作動させる劣化抑制モードを有することを特徴とする。

【0025】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合に、水素透過性金属層の温度を所定の温度範囲へ回復させることができる。

【0026】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記燃料電池に供給されるガスを冷却する供給ガス冷却部を備えており、前記燃料電池制御部は、前記水素透過性金属層の温度が所定の上限温度以上の場合に前記供給ガス冷却部を作動させるものとしてもよい。

【0027】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度が上限温度以上となった場合に水素透過性金属層が冷却できるので、水素透過性金属層の温度の所定の温度範囲への回復が容易となる。

【0028】

前記水素透過性金属層劣化抑制部は、前記燃料電池に供給されるガスを加熱する供給ガス加熱部を備えており、前記燃料電池制御部は、前記水素透過性金属層の温度が所定の下限温度以下の場合に前記供給ガス加熱部を作動させるものとしてもよい。

【0029】

この構成によれば、水素透過性金属層の温度が下限温度以下となった場合に水素透過性金属層が加熱できるので、水素透過性金属層の温度の所定の温度範囲への回復が容易となる。

【0030】

本発明の第3の燃料電池システムは、電解質と、前記電解質の一方側に設けられたカソードと、水素透過性金属層を有し前記電解質の他方側に設けられたアノードと、前記カソードに酸化剤ガスを供給するカソード流路と、前記アノードに水素を含む燃料ガスを供給するアノード流路と、を有する燃料電池と、前記燃料電池に前記燃料電池の作動温度よりも低温のガスを供給する低温ガス供給部と、を備え、前記低温ガス供給部は、前記低温のガスを前記燃料電池の作動温度に至らない範囲で加熱することによって、前記低温のガスで冷却されることに起因する前記水素透過性金属層の劣化を抑制する低温ガス加熱部を備えることを特徴とする。

【0031】

この構成によれば、水素透過性金属層の局所的な温度低下が抑制できるので、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0032】

前記燃料電池システムは、さらに、前記燃料電池システムの運転に伴って温度が上昇する補機を備え、前記低温ガス加熱部は、前記低温のガスにより前記補機を冷却することにより前記低温のガスを加熱するものとしてもよい。

【0033】

この構成によれば、低温のガスを加熱するためのエネルギーが低減できるので、燃料電池システムの燃費を改善することができる。

【0034】

前記燃料電池システムは、さらに、前記燃料電池に前記燃料電池の作動温度よりも高温のガスを供給する高温ガス供給部を備え、前記高温ガス供給部は、前記高温のガスを前記燃料電池の作動温度に至らない範囲で冷却することによって、前記高温のガスで加熱されることに起因する前記水素透過性金属層の劣化を抑制する高温ガス冷却部を備えるものとしてもよい。

【0035】

この構成によれば、水素透過性金属層の局所的な温度上昇が抑制できるので、水素透過性金属の拡散による劣化を抑制することができる。

【0036】

前記燃料電池システムは、さらに、前記低温のガスと前記高温のガスとの熱交換を行う熱交換器を備え、前記低温ガス加熱部は前記熱交換器により前記低温のガスを加熱し、前記高温ガス冷却部は前記熱交換器により前記高温のガスを冷却する、燃料電池システム。

【0037】

この構成によれば、水素透過性金属層の局所的な温度低下と温度上昇とが抑制できるので、水素透過性金属層の劣化を抑制することができる。

【0038】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システムの制御装置または制御方法、その制御装置を備えた車両、その制御装置または制御方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、等の態様で実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 第1実施例:
- B. 第2実施例:
- C. 第3実施例:
- D. 第4実施例:
- E. 第5実施例:
- F. 第6実施例:
- G. 第7実施例:
- H. 第8実施例:
- I. 第9実施例:
- J. 変形例:

【0040】

- A. 第1実施例:

図1は本発明の一実施例としての電気自動車の概略構成図である。この電気自動車100は、電源システム15を備えている。電源システム15は、配線40を介して高圧補機28と、駆動インバータ26とに接続されている。駆動インバータ26に接続される駆動モータ30は、この電気自動車100の推進力を発生するためのものである。この駆動モータ30と高圧補機28とは、電源システム15の負荷となる。

【0041】

電源システム15は、燃料電池システム200と、2次電池22とを備えている。2次

電池 22 は、DC/DC コンバータ 24 を介して配線 40 に接続されており、DC/DC コンバータ 24 と燃料電池 210 とは、上記配線 40 に対して並列に接続されている。

【0042】

2 次電池 22 は、燃料電池システム 200 の始動時に、燃料電池システム 200 の各部を駆動するための電力を供給し、また、燃料電池システム 200 の暖機運転が完了するまでの間、各負荷に対して電力を供給する。また、2 次電池 22 は、燃料電池 210 の電力供給量が不足するときに、その不足分の電力を供給する。2 次電池 22 には、2 次電池 22 の残存容量 (SOC) を検出するための残存容量モニタ 23 が設けられている。残存容量モニタ 23 としては、2 次電池 22 における充電・放電の電流値と時間とを積算する SOC メータや、電圧センサを利用することができる。

【0043】

DC/DC コンバータ 24 は、出力側の目標電圧値を設定することによって、配線 40 における電圧を調節する。燃料電池 210 の出力側の電圧である配線 40 における電圧が調節されることにより、燃料電池 210 からの出力電力が調節される。

【0044】

駆動モータ 30 は、同期モータであって、回転磁界を形成するための三相コイルを備えている。電源システム 15 から供給される電力は、駆動インバータ 26 によって三相交流に変換されて、駆動モータ 30 に供給される。駆動モータ 30 の出力軸 34 は、減速ギヤ 32 を介して車両駆動軸 36 に接続している。駆動軸 36 には、車速センサ 37 が設けられている。

【0045】

高圧補機 28 は、電源システム 15 から供給される 300 V 以上の電圧をそのまま利用する。高圧補機 28 としては、例えば、燃料電池 210 に空気を供給するためのポンプや、改質原料を供給するためのポンプを挙げることができる。これらの装置は、燃料電池システム 200 に含まれる装置であるが、図 1 においては、電源システム 15 の外側に、高圧補機 28 として示した。さらに、高圧補機 28 としては、燃料電池システム 200 に含まれるものの他に、例えば電気自動車 100 が備える空調装置 (エアコン) が含まれる。

【0046】

電気自動車 100 は、制御部 50 をさらに備えている。制御部 50 は、CPU, ROM, RAM, タイマなどを備えるマイクロコンピュータとして構成されている。制御部 50 が取得する入力信号としては、既述した残存容量モニタ 23 が出力する信号や、車速センサ 37 が出力する信号が挙げられる。さらに制御部 50 には、駆動モータ 30 の起動スイッチのオン・オフ信号や、電気自動車 100 におけるシフト位置、フットブレーキのオン・オフ、アクセル開度を示す信号等が入力される。これらの信号を取得して、制御部 50 は、種々の制御処理を実行し、DC/DC コンバータ 24、燃料電池システム 200 の各部、駆動インバータ 26、高圧補機 28 などに駆動信号を出力する。

【0047】

図 2 は、第 1 実施例における燃料電池システム 200 の構成を示す説明図である。燃料電池システム 200 は、燃料電池制御部 230 と、燃料電池 210 と、改質器 220 と、浄化器 232 とを備えている。

【0048】

燃料電池 210 は、アノード流路 212 と、カソード流路 214 と、冷却ガス流路 216 とを備えている。なお、燃料電池 210 は、アノードと、カソードと、電解質とを有する単セル (後述する) を複数積層した燃料電池スタックを有しているが、図 2 では図示の便宜上簡略化して描かれている。

【0049】

アノード流路 212 に導入される燃料ガスには燃料として水素が含まれ、カソード流路 214 に導入される酸化剤ガスには酸化剤として酸素が含まれている。これらの水素と酸素は、それぞれ単セル中のアノードとカソードに供給され燃料電池反応により消費される。燃料電池反応により水素濃度が低下した燃料ガスは、アノードオフガスとして燃料電池

210から排出される。同様に、酸素濃度が低下した酸化剤ガスは、カソードオフガスとして燃料電池210から排出される。

【0050】

アノード流路212の第1の流路端212aは、第2の燃料ガス配管244を介して燃料ガスバイパスバルブ290の第2のポート290bに接続されている。燃料ガスバイパスバルブ290の第1のポート290aは、第1の燃料ガス配管242を介して燃料ガスの供給源である改質器220に接続されている。

【0051】

改質器220は、炭化水素系の改質原料と別途供給される水蒸気および空気とを反応させることにより改質原料を改質する改質部222と、改質部222を加熱するための加熱部224とを備えている。これらの改質部222と加熱部224に供給される改質原料は、改質原料供給ポンプ280により外部の改質原料供給部から改質原料配管240を介して改質器に供給される。

【0052】

加熱部224は、改質原料と別途供給される空気との触媒燃焼により熱を生成する。加熱部224で生成された熱は、改質部222に伝達され改質反応に使用される。改質原料と空気との燃焼で生じた高温の排気は、図示しない配管を通して外部に排出される。

【0053】

アノード流路212の第2の流路端212eは、アノードオフガス配管270を介して浄化器232に接続されている。浄化器232は、アノードオフガス中の可燃性の成分を燃焼させて不活性化した後、その排気を大気中に放出する。

【0054】

アノードオフガス配管270は、アノード流路212の第2の流路端212eと浄化器232との間に分岐を有している。この分岐に接続された燃料ガスバイパス配管246は、燃料ガスバイパスバルブ290の第3のポート290cに接続される。第1実施例におけるガス供給量低減部である、燃料ガスバイパス配管246と燃料ガスバイパスバルブ290の使用方法については後述する。

【0055】

カソード流路214の第1の流路端214aは、酸化剤ガス配管250を介して第1の空気供給ポンプ284に接続されている。第1の空気供給ポンプ284は、酸化剤ガスとしての空気を加圧してカソード流路214に供給する。カソードオフガスは、カソード流路214の第2の流路端214eから図示しない配管を通して大気中に排出される。

【0056】

冷却ガス流路216の第1の流路端216aは、冷却ガス配管260を介して第2の空気供給ポンプ282に接続されている。冷却ガス流路216の第1の流路端216aから供給された空気は冷却ガス流路216を通過する際に燃料電池210を冷却し、冷却ガス流路216の第2の流路端216eから排出される。

【0057】

燃料電池システム200は、燃料電池制御部230によって制御される。燃料電池制御部230は、燃料電池210に接続された温度センサ286等から得られる燃料電池システム200各部の温度を取得する。そして、燃料電池制御部230は、取得した燃料電池システム各部の温度と、制御部50（図1）からの指示とに基づいてポンプ280、282、284やバルブ290等の燃料電池システム200の各部を制御する。なお、燃料電池制御部230は、制御部50に組み込まれるものとしても良く、制御部50とは別個のマイクロコンピュータとして構成されても良い。

【0058】

燃料電池制御部230は、通常運転モードとバイパスモードとを有している。通常運転モードでは、燃料ガスバイパスバルブ290の第1と第2のポート290a、290bは開かれ、第3のポート290cは閉じられる。このとき燃料ガスバイパスバルブ290の第1のポート290aと第2のポート290bは連通するので、第1の燃料ガス配管24

2から供給される燃料ガスは第2の燃料ガス配管244を介してアノード流路212に供給される。

【0059】

バイパスモードでは、燃料電池制御部230は、燃料ガスバイパスバルブ290の第2のポート290bを閉じるとともに、燃料ガスバイパスバルブ290の第1と第3のポート290a, 290cを開ける。燃料ガスバイパスバルブ290が切り換えられることにより、アノード流路212への燃料ガスの供給は停止され、燃料ガスは浄化器232に送られる。

【0060】

バイパスモードの実行中は、アノード流路212には燃料ガスが供給されない。そのため、燃料電池210での発電は停止する。この燃料電池210の発電停止中には、高圧補機28(図1)や駆動インバータ26(図1)等の負荷で使用する電力は、コンバータ24(図1)を介して配線40に接続された2次電池22(図1)から供給される。

【0061】

図3は、燃料電池210を構成する単セル400の構造を示す断面模式図である。燃料電池210は、単セル400が積層された燃料電池スタックを有している。単セル400は、電解質層410と、電解質層410を両側から挟み込む2枚のセパレータ422, 424とを備えている。これら2枚のセパレータ422, 424は、プレス成形されたカーボンなどのガス不透性と導電性とを有する材料で形成されている。

【0062】

電解質層410は、固体酸化物からなる電解質414と、白金(Pt)を含むカソード412と、パラジウム(Pd)を含むアノード420とを有している。電解質414としては、例えば、BaCeO₃系や、SrCeO₃系のセラミックスプロトン伝導体などを用いることができる。なお、本実施例では、本実施例ではカソードに白金を使用しているが、ロジウム(Rh)等の他の貴金属やLaGaMnO₃等の導電性セラミックスをカソードに使用しても良い。

【0063】

アノード420は、水素分子を解離させるための水素分子解離層418と水素透過性金属層416とを有している。水素分子解離層418としては、例えば、パラジウムの薄膜を使用することができる。水素透過性金属層416の材料としては、例えば、パラジウムやバナジウム(V)等の単体金属、もしくは、パラジウムやバナジウムを含む合金を使用することができる。

【0064】

第1のセパレータ422と第2のセパレータ424には、それぞれ電解質層410に面した側に凹部が設けられている。第1のセパレータ422に設けられた凹部は、カソード412との間に酸化剤ガス流路432(図2のカソード流路214に相当する)を形成する。また、第2のセパレータ424に設けられた凹部は、アノード420との間に燃料ガス流路434(図2のアノード流路212に相当する)を形成する。

【0065】

燃料ガス流路434に導入された燃料ガス中の水素分子は、水素分子解離層418で解離してプロトンになる。解離したプロトンは、水素透過性金属層416を介して電解質414に到達する。電解質414はプロトンのカソード412に供給する。カソード412では、アノード420側から供給されたプロトンと酸化剤ガス流路432に導入された酸化剤ガス中の酸素とが反応し水を生成する。この燃料電池反応は、電解質414を介したプロトンの移動に伴い、外部の導体を通して電子がアノード420からカソード412に移動することにより進行する。

【0066】

図4は、第1実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、燃料電池システム200(図2)の起動時から一定時間毎に実行される。

【0067】

ステップ S 1 0 0 では、燃料電池制御部 2 3 0 (図 2) は、燃料電池 2 1 0 (図 2) に設けられた温度センサ 2 8 6 (図 2) の出力を基に水素透過性金属層 4 1 6 (図 3) の温度を表すパラメータ (以下、「温度パラメータ」と呼ぶ) を取得する。温度パラメータは、例えば、温度センサ 2 8 6 の出力に実験的に求められた適当な換算を行うことにより求めることができる。

【0 0 6 8】

ステップ S 2 0 0 では、燃料電池制御部 2 3 0 は、温度パラメータで表される水素透過性金属層 4 1 6 の温度 (以下、「水素透過性金属層温度」と呼ぶ) が、所定の上限温度以上であるか否かを判断する。水素透過性金属層温度が、所定の上限温度以上の場合には、制御がステップ S 4 0 0 に移されバイパスモードの実行が開始される。一方、水素透過性金属層温度が、所定の上限温度以下の場合には、制御はステップ S 2 0 2 に移される。

【0 0 6 9】

なお、上限温度は、水素透過性金属層 4 1 6 の金属拡散が回避可能な温度に基づいて設定される。水素透過性金属層 4 1 6 は、高温の状態に維持されると、水素分子解離層 4 1 8 (図 3) との間で金属拡散を生じる。上限温度は、こうした特性を考慮して、例えば、水素透過性金属層 4 1 6 が過度の金属拡散が生じることを回避できる上限値よりも若干低い値とすることができる。例えば、水素分子解離層 4 1 8 にパラジウムを用い水素透過性金属層 4 1 6 にバナジウムを用いた場合、上限温度は 7 0 0 °C 以下の任意の温度に設定できる。

【0 0 7 0】

ステップ S 2 0 2 では、燃料電池制御部 2 3 0 は、水素透過性金属層温度が、所定の下限温度以下であるか否かを判断する。水素透過性金属層温度が、所定の下限温度以下の場合には、制御がステップ S 4 0 0 に移されバイパスモードの実行が開始される。一方、水素透過性金属層温度が、所定の下限温度以上の場合には、制御はステップ S 3 0 0 に移される。

【0 0 7 1】

なお、下限温度は、水素透過性金属層 4 1 6 の水素脆化を回避可能な温度に基づいて設定される。水素透過性金属層 4 1 6 は、低温状態で水素に接すると、水素を吸収して水素脆化を生じる。下限温度は、こうした特性を考慮して、例えば、水素透過性金属層 4 1 6 が水素に接触しても過度の水素脆化が生じることを回避できる下限値よりも若干高い値とすることができる。例えば、水素透過性金属層 4 1 6 にバナジウムを用いた場合、下限温度は 2 0 0 °C 以上の任意の温度に設定できる。

【0 0 7 2】

ステップ S 3 0 0 では、燃料電池制御部 2 3 0 は、運転モードがバイパスモードであるか否かを判断する。運転モードがバイパスモードの場合、ステップ S 3 0 2 において、運転モードはバイパスモードから通常運転モードに切り換えられる。一方、運転モードがバイパスモードでない場合、このルーチンは終了する。

【0 0 7 3】

第 1 実施例では、燃料電池 2 1 0 (図 2) の水素透過性金属層温度が所定の温度範囲から外れた場合、バイパスモードが実行される。バイパスモードの実行により、燃料ガスはアノード流路 2 1 2 (図 2) から燃料ガスバイパス配管 2 4 6 (図 2) にバイパスされる。また、燃料ガスをバイパスすることにより、改質器 2 2 0 での改質ガスの生成量を所定の値以上に維持し改質器 2 2 0 の運転を継続するとともに、燃料電池 2 1 0 への燃料ガスの供給を停止することができる。

【0 0 7 4】

このように、第 1 実施例の燃料電池システム 2 0 0 (図 2) では、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合、アノード流路 2 1 2 には水素を含むガスが供給されなくなる。そのため、水素透過性金属層 4 1 6 (図 3) の水素脆化が抑制され、水素透過性金属層 4 1 6 の劣化を抑制することができる。

【0 0 7 5】

また、一般に改質器 220 (図 2) で生成された燃料ガスは、改質原料の改質のための反応と加熱部 224 (図 2) からの熱により燃料電池 210 の作動温度よりも高くなる。第 1 実施例の燃料電池システム 200 では、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上となった場合、高温の燃料ガスによる温度上昇が抑制される。そのため、水素透過性金属層 416 の金属拡散が抑制され、水素透過性金属層 416 の劣化を抑制することができる。

【0076】

なお、第 1 実施例では、燃料ガスの流路を燃料ガスバイパスバルブ 290 (図 2) によって切り替えることによりアノード流路 212 への燃料ガスの供給を停止しているが、一般的には、アノード流路 212 への燃料ガスの供給量が低減できればよい。アノード流路 212 への燃料ガス流量は、例えば、燃料ガス流路上に燃料ガスバイパスバルブ 290 に換えて調整弁を設けることによって調整できる。

【0077】

B. 第 2 実施例:

図 5 は、第 2 実施例における燃料電池システム 200a の構成を示す説明図である。第 1 実施例における燃料電池システム 200 (図 2) とは、バイパスされた燃料ガスをカソード流路 214 に供給する流路を有する点で異なっている。具体的には、燃料ガス流路に設けられた燃料ガスバイパスバルブ 290 の第 3 のポート 290c は、第 1 の燃料ガスバイパス配管 246a を介して可燃性ガス供給バルブ 292 の第 1 のポート 292a に接続されている。可燃性ガス供給バルブ 292 の第 2 のポート 292b は、第 2 の燃料ガスバイパス配管 246b を介してアノードオフガス配管 270 に設けられた分岐に接続されている。酸化剤ガス配管 250a は、第 1 の空気供給ポンプ 284 と第 1 のカソード流路端 214a との間に分岐を有している。この分岐は、可燃性ガス供給配管 246c を介して可燃性ガス供給バルブ 292 の第 3 のポート 292c に接続されている。他の構成については第 1 実施例とほぼ同一である。

【0078】

燃料電池制御部 230a は、第 1 実施例と同様に、通所運転モードとバイパスモードとを有している。通常運転モードでは、燃料ガスバイパスバルブ 290 は第 1 実施例と同様に制御される。一方、バイパスモードでは、燃料ガスバイパスバルブ 290 の第 2 のポート 290b は閉じられ、第 1 と第 3 のポート 290a, 290c は開かれる。また、可燃性ガス供給バルブ 292 の第 1 と第 2 のポート 292a, 292b は開かれ、第 3 のポート 292c は閉じられる。そのため、第 1 の燃料ガス配管 242 から供給される燃料ガスは、第 1 の燃料ガスバイパス配管 246a と可燃性ガス供給バルブ 292 と第 2 の燃料ガスバイパス配管 246b とを介して浄化器 232 に送られる。

【0079】

燃料電池制御部 230a は、さらに、水素透過性金属層 416 (図 3) を加熱するための加熱モードを有している。加熱モードでは、燃料ガスバイパスバルブ 290 の第 2 のポート 290b は閉じられ、第 1 と第 3 のポート 290a, 290c は開かれる。また、可燃性ガス供給バルブ 292 の第 2 のポート 292b は閉じられ、第 1 と第 3 のポート 292a, 292c は開かれる。そのため、第 1 の燃料ガス配管 242 から供給される燃料ガスは、第 1 の燃料ガスバイパス配管 246a と可燃性ガス供給バルブ 292 と可燃性ガス供給配管 246c とを介してカソード流路 214 に供給される。

【0080】

可燃性ガス供給配管 246c から供給される燃料ガスは、酸化剤ガス配管 250a から供給される空気と混合され燃焼を起こしうる混合ガスとなってカソード流路 214 に供給される。この混合ガスは、カソード流路 214 に接し酸化触媒としての活性を有するカソードの働きによりカソード流路 214 内で燃焼反応を起こす。水素透過性金属層 416 は、カソード流路 214 内での燃焼反応によって生じた熱により加熱される。

【0081】

図 6 は、第 2 実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャートである。こ

のフローチャートは、図4に示す第1実施例のフローチャートに加熱モードに関するステップS310, S312, S410が付加されている。

【0082】

第2実施例では、ステップS202で水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下と判断された場合、ステップS410において加熱モードの実行が開始される。そして、加熱モードの実行開始後このルーチンは終了する。

【0083】

また、第2実施例では、ステップS300で運転モードがバイパスモードでないと判断された場合、制御はステップS310に移される。ステップS310では、運転モードが加熱モードであるか否かが判断される。運転モードが加熱モードの場合、ステップS312において、運転モードが加熱モードから通常運転モードに切り換えられる。一方、運転モードが加熱モードでない場合、このルーチンは終了する。

【0084】

このように、第2実施例では、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下の場合、カソード流路214（図5）内での混合ガスの燃焼により水素透過性金属層416（図3）が加熱される。そのため、第2実施例は、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合に水素透過性金属層416の昇温が促進され、水素透過性金属層温度の回復が容易である点で第1実施例よりも好ましい。一方、第1実施例は、燃料電池システムの構成がより簡単である点で第2実施例よりも好ましい。

【0085】

なお、第2実施例では、加熱モードにおいて、カソード流路214に混合ガスを供給し、カソード流路214内での燃焼反応により水素透過性金属層416を加熱しているが、一般には、燃料電池210（図5）内の酸化触媒が設けられた流路に混合ガスを供給すればよい。例えば、冷却ガス流路216（図5）に酸化触媒を設け、冷却流路216に混合ガスを供給することにより水素透過性金属層の加熱が可能となる。また、アノード流路212に混合ガスを供給するものとしても良い。アノード流路212に混合ガスを供給する場合、混合ガス中の水素に対する支燃性成分の比が量論比よりも大きくされるのが好ましい。

【0086】

C. 第3実施例:

図7は、第3実施例における燃料電池システム200bの構成を示す説明図である。第2実施例における燃料電池システム200a（図5）とは、バイパスされた燃料ガスが浄化器232でなく改質器220の加熱部224に供給される点で異なっている。具体的には、可燃性ガス供給バルブ292の第2のポート292bは、第2の可燃性ガス供給配管246dを介して加熱部224に接続されている。他の構成については第2実施例とほぼ同一である。

【0087】

第3実施例では、燃料電池システム200bの運転モードがバイパスモードの時、バイパスされた燃料ガスは第2の可燃性ガス供給配管246dを介して加熱部224に供給される。加熱部224では、供給された燃料ガスと別途供給される空気との燃焼反応により熱が発生する。

【0088】

このように、第3実施例では、運転モードがバイパスモードの場合に、燃料ガスを浄化器232で燃焼させず、加熱部224で燃焼させる。そのため、第3実施例は、改質部222の加熱に使用される改質原料の使用量が低減され燃料電池システム200bの燃費を改善できる点で第2実施例よりも好ましい。一方、第2実施例は、加熱部224の構成が簡単になる点で第3実施例よりも好ましい。

【0089】

また、第3実施例は、第2実施例と同様に、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合に水素透過性金属層温度の回復が容易である点で第1実施例よりも好まし

い。一方、第1実施例は、燃料電池システムの構成がより簡単である点で第3実施例よりも好ましい。

【0090】

D. 第4実施例:

図8は、第4実施例における燃料電池システム200cの構成を示す説明図である。第1実施例の燃料電池システム200(図2)とは、冷却ガスを加熱するための熱交換器234と熱交換器234に加熱部224からの排気を供給する配管を有している点で異なっている。具体的には、第2の空気供給ポンプ282は第1の冷却ガス配管260aを介して熱交換器234の第1のガス流入口234aに接続されている。第1のガス流入口234aは、熱交換器234内部の流路を通して第1のガス流出口234eに接続されている。第1のガス流出口234eは、第2の冷却ガス配管260bを介して燃料電池210に設けられた第1の冷却ガス流路端216aに接続されている。熱交換器234の第2のガス流入口234bは、第2の改質器排気配管274bを介して改質器排気流路切換バルブ294の第3のポート294cに接続されている。この改質器排気流路切換バルブ294の第1のポート294aは、改質器220の加熱部224に接続されている。他の構成については第1実施例とほぼ同一である。

【0091】

第4実施例の燃料電池制御部230cは、第2実施例の燃料電池制御部230aと同様に、通常運転モードとバイパスモードと加熱モードとを有している。これらの各運転モードにおいて、燃料ガスバイパスバルブ290は、第2実施例の場合と同様に制御される。

【0092】

バイパスモードでは、燃料電池制御部230cは、改質器排気流路切換バルブ294の第1と第2のポート294a, 294bを開け、第3のポート294cを閉じる。そのため、バイパスモードでは、加熱部224の排気は加熱部224から第1の改質器排気配管274aと改質器排気流路切換バルブ294を介して外部に排出される。

【0093】

一方、加熱モードでは、燃料電池制御部230cは、改質器排気流路切換バルブ294の第2のポート294bを閉じ、第1と第3のポート294a, 294cを開ける。そのため、加熱モードでは、加熱部224の排気は加熱部224から第1の改質器排気配管274aと改質器排気流路切換バルブ294と第2の改質器排気配管274bとを介して熱交換器234に供給される。

【0094】

熱交換器234に供給された加熱部224の排気は、熱交換器234の第2のガス流入口234bから第2のガス流出口234fを通過する間に、第1のガス流入口234aから第1のガス流出口234eに流れる冷却ガスを加熱する。そして、冷却ガスを加熱した後、加熱部224の排気は第2のガス流出口234fから外部に排出される。

【0095】

このように、第4実施例では、加熱モードにおいて冷却ガスが熱交換器234によって加熱される。そして、加熱された冷却ガスが冷却ガス流路216に供給されることによって水素透過性金属層416(図3)が加熱される。そのため、第4実施例は、第2および第3実施例と同様に、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合に水素透過性金属層416の昇温が促進され、水素透過性金属層温度の回復が容易である点で第1実施例よりも好ましい。

【0096】

また、第4実施例は、高温のガスを供給することにより水素透過性金属層416が加熱されるので、水素透過性金属層416の温度をより均一にできる点で、第2および第3実施例より好ましい。一方、第1ないし第3実施例は、燃料電池システムの構成がより簡単となる点で第4実施例より好ましい。

【0097】

なお、第4実施例では、加熱された冷却ガスによって水素透過性金属層416を加熱し

ているが、一般には、高温のガスを燃料電池 210 に設けられた流路に供給できればよい。例えば、カソード流路 214 に導入される酸化剤ガスを加熱することによって水素透過性金属層 416 を加熱するものとしてもよい。また、燃焼器によって生じる高温のガスを燃料電池 210 に設けられた流路に導入するものとしても良い。

【0098】

また、第 4 実施例では、冷却ガスを加熱する熱源として加熱部 224 の排気を用いているが、他の熱源を使用することもできる。例えば、熱交換器 234 の流路に触媒を設け、燃焼しうる混合ガスを熱交換器 234 に供給して起こる燃焼反応により発生する熱を冷却ガスを加熱する熱源としても良い。

【0099】

E. 第 5 実施例:

図 9 は、第 5 実施例における燃料電池システム 200 d の構成を示す説明図である。第 1 実施例の燃料電池システム 200 (図 2) とは、酸化剤ガスを冷却するための液水霧化装置 236 を備えている点で異なっている。具体的には、酸化剤ガス配管 250 b は、第 1 の空気供給ポンプ 284 と第 1 のカソード流路端 214 a との間に分岐を有している。この分岐は、液水供給配管 252 を介して液水霧化装置 236 に接続されている。他の構成については第 1 実施例とほぼ同一である。

【0100】

第 5 実施例の燃料電池制御部 230 d は、第 1 実施例の燃料電池制御部 230 と同様に、通常運転モードとバイパスモードとを有している。これらの各運転モードにおいて、燃料ガスバイパスバルブ 290 は、第 1 実施例の場合と同様に制御される。

【0101】

燃料電池制御部 230 d は、水素透過性金属層温度が上述した所定の上限温度以上であった場合、液水霧化装置 236 を作動させる。液水霧化装置 236 は、外部から供給された水を霧状にして液水供給配管 252 を通して酸化剤ガス配管 250 b に供給する。霧状となった水の気化潜熱により、酸化剤ガスは冷却される。水素透過性金属層 416 (図 3) は、このように冷却された酸化剤ガスが供給されることにより冷却される。

【0102】

このように、第 5 実施例では、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上の場合、水素透過性金属層 416 (図 3) を冷却することができる。そのため、第 5 実施例は、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上となった場合に水素透過性金属層 416 の降温が促進され、水素透過性金属層温度の回復が容易である点で第 1 ないし第 4 実施例よりも好ましい。一方、第 2 ないし第 4 実施例は、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合に水素透過性金属層温度の回復が容易である点で第 5 実施例よりも好ましい。また、第 1 実施例は、燃料電池システムの構成が簡単になる点で第 5 実施例よりも好ましい。

【0103】

なお、第 5 実施例では、液水霧化装置 236 から供給される水の気化潜熱によって酸化剤ガスを供給しているが、一般には、燃料電池 210 に供給されるガスを冷却できればよい。例えば、燃料電池 210 に供給されるガスを冷媒を通した熱交換器によって冷却することによって水素透過性金属層 416 の冷却をするものとしても良い。

【0104】

F. 第 6 実施例:

図 10 は、第 6 実施例における燃料電池システム 200 e の構成を示す説明図である。第 1 実施例の燃料電池システム 200 (図 2) とは、燃料ガスバイパスバルブ 290 に換えて水素分離装置 238 を備えている点で異なっている。

【0105】

具体的には、第 1 の燃料ガス配管 242 a は、改質部 222 と第 1 の水素分離装置バイパスバルブ 296 の第 1 のポート 296 a とにそれぞれ接続されている。また、第 2 の燃料ガス配管 244 a は、第 2 の水素分離装置バイパスバルブ 298 の第 2 のポート 298

bに接続されている。第1の水素分離装置バイパスバルブ296の第2のポート296bと第2の水素分離装置バイパスバルブ298の第1のポート298aとは、水素分離装置バイパス配管248aで接続されている。

【0106】

水素分離装置238のガス流入口238aは、第1の水素分離装置接続配管248bを介して第1の水素分離装置バイパスバルブ296の第3のポート296cに接続されている。水素分離装置238のガス流出口238bは、第2の水素分離装置接続配管248cを介して第2の水素分離装置バイパスバルブ298の第3のポート298cに接続されている。また、水素分離装置238の水素流出口238cは、水素排出配管272を介してアノードオフガス配管270に設けられた分岐に接続されている。

【0107】

水素分離装置238のガス流入口238aとガス流出口238bとは、水素分離装置238に設けられた流路を介して互いに連通している。燃料ガス中の水素は、燃料ガスがこの流路を通過する際に、流路壁に設けられた水素透過性金属を有する隔膜を通して水素流出口238c側に透過する。燃料ガス中の水素が水素流出口238c側に透過することにより、燃料ガス中の水素濃度は水素分離装置238を通過する間に低下する。

【0108】

第6実施例では、燃料ガス中の水素濃度を低減する水素濃度低減部は、水素分離装置バイパスバルブ296、298と、水素分離装置接続配管248b、248cと、水素分離装置238と、水素排出配管272とによって構成される。他の構成については、第1実施例とはほぼ同一である。

【0109】

第6実施例の燃料電池制御部230eは、通常運転モードと水素分離モードとを有している。通常運転モードでは、燃料電池制御部230eは、第1の水素分離装置バイパスバルブ296の第1と第2のポート296a、296bを開き、第3のポート296cを閉じる。また、燃料電池制御部230eは、第2の水素分離装置バイパスバルブ298の第1と第2のポート298a、298bを開き、第3のポート298cを閉じる。改質部222から供給される燃料ガスは、第1の燃料ガス配管242aと水素分離装置バイパス配管248aと第2の燃料ガス配管244aとを通して、そのままアノード流路212に供給される。

【0110】

水素分離モードでは、燃料電池制御部230eは、第1の水素分離装置バイパスバルブ296の第2のポート296bを閉じ、第1と第3のポート296a、296cを開ける。また、燃料電池制御部230eは、第2の水素分離装置バイパスバルブ298の第2のポート298bを閉じ、第1と第3のポート298a、298cを開ける。改質部222から供給される燃料ガスは、第1の燃料ガス配管242aと第1の水素分離装置接続配管248bとを通して水素分離装置238に供給される。そして、水素分離装置238によって水素濃度が低下させられた燃料ガスは、第2の水素分離装置接続配管248cと第2の燃料ガス配管244aとを通して、アノード流路212に供給される。

【0111】

第6実施例では、水素透過性金属層温度が所定の温度範囲から外れた場合、水素分離モードが実行される。水素分離モードの実行によりアノード流路212には水素濃度が低下した燃料ガスが供給される。また、燃料ガスの水素濃度を低減することにより、改質器220での改質ガスの生成量を所定の値以上に維持し改質器220の運転を継続するとともに、アノード流路212への水素の供給量を低減できる。

【0112】

第6実施例の燃料電池システム200eでは、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合、アノード流路212に供給される燃料ガス中の水素濃度が低減させられる。そのため、水素透過性金属層416（図3）の水素脆化が抑制され、水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。

【0113】

また、水素濃度が低い燃料ガスがアノード流路212に供給されると、燃料電池反応の反応量が低下する。したがって、第6実施例の燃料電池システム200eにおいて、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上となった場合に、アノード流路212に供給される燃料ガス中の水素濃度を低減させると、燃料電池反応量が低下するので、燃料電池反応による温度上昇が抑制される。この結果、水素透過性金属層416の金属拡散が抑制され、水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。

【0114】

このように、第6実施例においても、第1実施例と同様に、水素透過性金属層温度が所定の範囲から外れた場合に水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。第6実施例は、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合、燃料ガスの熱により水素透過性金属層温度の低下が抑制できる点で第1実施例よりも好ましい。

【0115】

なお、第6実施例では、水素分離装置238から排出される水素を浄化器232を通して排出しているが、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下の場合に、第2および第3実施例と同様にカソード流路214に供給するものとしても良い。この場合、水素分離装置238から供給される水素の燃焼により、水素透過性金属層温度の回復が容易になる点でより好ましい。

【0116】

また、第6実施例では、燃料ガス中の水素濃度を低減することにより水素透過性金属層416の劣化を抑制しているが、一般には、アノード流路212における水素の分圧を低減できればよい。例えば、燃料ガスよりも水素濃度が低いガス（水素を含有しないガスを含む）をアノード流路212に供給する低水素濃度ガス供給部を設けることによっても、水素の分圧を低減できるので水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。

【0117】

G. 第7実施例:

図11は、第7実施例における燃料電池システム200fの構成を示す説明図である。第6実施例の燃料電池システム200e（図10）とは、燃料ガスバイパスバルブ290を備えている点で異なっている。具体的には、第7実施例の燃料電池システム200fでは、改質部222と第1の水素分離装置バイパスバルブ296の第1のポート292aとが、2つの燃料ガス配管242b、242cと燃料ガスバイパスバルブ290とを介して接続されている。燃料ガスバイパスバルブ290の第3のポート290cは、燃料ガスバイパス配管272aを介して水素排出配管272bに設けられた分岐に接続されている。他の構成については第6実施例とほぼ同一である。

【0118】

第7実施例の燃料電池制御部230fは、通常運転モードとバイパスモードと水素分離モードとを有している。通常運転モードでは、燃料ガスバイパスバルブ290は、第1実施例の通常運転モードと同様に制御される。また、2つの水素分離装置バイパスバルブ296、298は、第6実施例の通常運転モードと同様に制御される。そのため、通常運転モードでは、改質部222から供給される燃料ガスは、そのままアノード流路212に供給される。

【0119】

バイパスモードでは、燃料ガスバイパスバルブ290は、第1実施例のバイパスモードと同様に制御される。また、2つの水素分離装置バイパスバルブ296、298は、第6実施例の通常運転モードと同様に制御される。そのため、バイパスモードでは、改質部222から供給される燃料ガスは、燃料ガスバイパス配管272aと水素排出配管272bとを介して浄化器232に供給される。

【0120】

水素分離モードでは、燃料ガスバイパスバルブ290は、第1実施例の通常運転モードと同様に制御される。また、2つの水素分離装置バイパスバルブ296、298は、第6

実施例の水素分離モードと同様に制御される。そのため、水素分離モードでは、改質部 22 から供給される燃料ガスは、水素分離装置 238 によって水素濃度が低減させられた後、アノード流路 212 に供給される。

【0121】

図 12 は、第 7 実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャートである。このフローチャートは、加熱モードに関するステップ S310, S312, S410 に換えて水素分離モードに関するステップ S320, S322, S420 が実行される点で図 6 に示す第 2 実施例のフローチャートと異なっている。

【0122】

第 7 実施例では、ステップ S202 で水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下と判断された場合、ステップ S420 において水素分離モードの実行が開始される。そして、水素分離モードの実行開始後このルーチンは終了する。

【0123】

また、第 7 実施例では、ステップ S300 で運転モードがバイパスモードでないと判断された場合、制御はステップ S320 に移される。ステップ S320 では、運転モードが水素分離モードであるか否かが判断される。運転モードが水素分離モードの場合、ステップ S322 において、運転モードが水素分離モードから通常運転モードに切り換えられる。一方、運転モードが水素分離モードでない場合、このルーチンは終了する。

【0124】

水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下の場合、第 7 実施例では、水素分離モードが実行され、アノード流路 212 には水素濃度が低下した燃料ガスが供給される。そのため、第 6 実施例と同様に水素透過性金属層 416 (図 3) の劣化を抑制することができる。

【0125】

水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上の場合、第 7 実施例では、バイパスモードが実行され、燃料ガスのアノード流路 212 への供給が停止される。そのため、第 1 実施例と同様に、水素透過性金属層 416 の劣化を抑制することができる。

【0126】

このように、第 7 実施例においても、第 1 実施例と同様に、水素透過性金属層温度が所定の範囲から外れた場合に水素透過性金属層 416 の劣化を抑制することができる。第 7 実施例は、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合、燃料ガスの熱により水素透過性金属層温度の低下が抑制できる点で第 1 実施例よりも好ましい。また、第 7 実施例は、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上となった場合、燃料ガスの熱が燃料電池 210 に供給されないため、水素透過性金属層温度の上昇をより抑制できる点で第 6 実施例よりも好ましい。一方、第 1 および第 6 実施例は、燃料電池システムの構成がより簡単になる点で第 7 実施例よりも好ましい。

【0127】

H. 第 8 実施例：

図 13 は、第 8 実施例における燃料電池システム 200g の構成を示す説明図である。図 2 に示す第 1 実施例の燃料電池システム 200 とは、燃料ガスをバイパスする機構を備えておらず、酸化剤ガスを加熱するための熱交換器 300 を備えている点で異なっている。具体的には、第 1 の空気供給ポンプ 284 は、第 1 の酸化剤ガス配管 254a を介して熱交換器 300 のガス流入口 300a に接続されている。そして、熱交換器 300 のガス流出口 300e は、第 2 の酸化剤ガス配管 254b を介して第 1 のカソード流路端 214a に接続されている。熱交換器 300 のガス流入口 300a とガス流出口 300e は、熱交換器 300 内に設けられたガス流路 302 によって接続されている。このガス流路 302 は、燃料電池システム 200g の運転に伴い温度が上昇するポンプ 280, 282, 284 やバルブなどの補機類に接続される。そして、酸化剤ガスがガス流路 302 を通過する間に、酸化剤ガスは補機類によって加熱される。他の構成については、第 1 実施例と同様である。

【0128】

このように、第8実施例では、燃料電池の作動温度よりも低温の酸化剤ガスを加熱できるので、低温の酸化剤ガスによる水素透過性金属層416（図3）の局所的な温度低下を抑制することができる。そのため、局所的な温度低下による水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。

【0129】

なお、第8実施例では、酸化剤ガスを加熱してカソード流路214に供給しているが、一般には、燃料電池210の作動温度より低温のガスを加熱できればよい。例えば、冷却ガスを加熱して冷却流路216に供給するものとしても、水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。

【0130】

I. 第9実施例:

図14は、第9実施例における燃料電池システム200hの構成を示す説明図である。図13に示す第8実施例の燃料電池システム200gとは、酸化剤ガスを加熱する熱交換器300に換えて燃料ガスと冷却ガスの熱交換を行う熱交換器310を有している点で異なっている。具体的には、改質部222は、第1の燃料ガス配管243aを介して熱交換器310の第1のガス流入口310aに接続されている。そして、熱交換器310の第1のガス流出口310eは、第2の燃料ガス配管243bを介して第1のアノード流路端212aに接続されている。第2の空気供給ポンプ282は、第1の冷却ガス配管262aを介して熱交換器310の第2のガス流入口310bに接続されている。そして、熱交換器310の第2のガス流出口310fは、第2の冷却ガス配管262bを介して第1の冷却ガス流路端216aに接続されている。他の構成については第8実施例とほぼ同一である。

【0131】

熱交換器310に供給された燃料ガスと冷却ガスとは、熱交換器310を通過する間に熱交換される。燃料ガスと冷却ガスとの熱交換により、燃料ガスは冷却される。また、燃料ガスと冷却ガスとの熱交換により、冷却ガスは加熱される。

【0132】

このように、第9実施例では、燃料電池210の作動温度よりも高温の燃料ガスが冷却され、燃料電池210の作動温度よりも低温の冷却ガスが加熱される。そのため、水素透過性金属層416（図3）の局所的な温度上昇と局所的な温度低下とをそれぞれ抑制できるので、水素透過性金属層416の劣化を抑制することができる。第9実施例は、水素透過性金属層416の局所的な温度低下と温度上昇のいずれもを抑制できる点で第8実施例よりも好ましい。一方、第8実施例は、燃料電池システムの構成がより簡単である点で第9実施例よりも好ましい。

【0133】

なお、第9実施例では、燃料ガスと冷却ガスとを熱交換することにより、燃料ガスを冷却し冷却ガスを加熱しているが、一般には、燃料電池210の作動温度より高温のガスを冷却し、燃料電池210の作動温度より低温のガスを加熱できればよい。例えば、燃料ガスと酸化剤ガスとを熱交換することにより、燃料ガスを冷却し酸化剤ガスを加熱するものとしてもよい。また、アノードオフガスや冷却流路からの排ガスによって燃料ガスを冷却し、酸化剤ガスや冷却ガスを他の熱源によって加熱するものとしてもよい。

【0134】

J. 変形例:

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0135】

J1. 変形例1:

上記第4および第5実施例では、水素透過性金属層温度が所定の温度範囲を外れた場合

に燃料ガスをバイパスさせるバイパス機構を備えているが、バイパス機構を設けず水素透過性金属層温度が所定の温度範囲を外れた場合に燃料電池に供給されるガスの温度を調整するものとしてもよい。水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下の場合には、例えば、酸化剤ガスを加熱することにより水素透過性金属層の劣化を抑制できる。また、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上の場合には、例えば、燃料ガスを冷却することにより水素透過性金属層の劣化を抑制できる。この場合、燃料電池に供給されるガスの加熱は、例えば、第4実施例と同様に行うことができる。また、燃料電池に供給されるガスの冷却は、例えば、第5実施例と同様に行うことができる。

【0136】

J 2. 変形例 2 :

上記第2ないし第5実施例では、水素透過性金属層の劣化を抑制するため水素透過性金属層の加熱部もしくは冷却のいずれかを有しているが、これらの加熱部もしくは冷却部を同じ燃料電池システムに採用することができる。例えば、水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下の場合には第4実施例と同様に水素透過性金属層を加熱し、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上の場合には第5実施例と同様に水素透過性金属層を冷却するものとしてもよい。

【0137】

J 3. 変形例 3 :

上記第2ないし第5実施例では、酸化剤ガスと冷却ガスの燃料電池への供給量の調整を行っていないが、これらのガスの供給量を調整することによって水素透過性金属層の昇温もしくは降温を促進するようにすることができる。水素透過性金属層温度が所定の下限温度以下となった場合、例えば、冷却ガスの燃料電池への供給量を低減することによって水素透過性金属層の昇温が促進することができる。また、水素透過性金属層温度が所定の上限温度以上となった場合、例えば、冷却ガスの燃料電池への供給量を増加させることによって水素透過性金属層の降温を促進することができる。

【0138】

J 4. 変形例 4 :

上記各実施例では、燃料ガスとして改質器によって生成される改質ガスを用いているが、燃料ガスとして改質ガスでないガスを使用することができる。改質ガスでない燃料ガスとしては、例えば、高圧水素タンクや水素吸蔵合金から供給される水素ガスを使用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0139】

- 【図1】 本発明の一実施例としての電気自動車の概略構成図。
- 【図2】 第1実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図3】 燃料電池を構成する単セルの構造を示す断面模式図。
- 【図4】 第1実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャート。
- 【図5】 第2実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図6】 第2実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャート。
- 【図7】 第3実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図8】 第4実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図9】 第5実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図10】 第6実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図11】 第7実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図12】 第7実施例における運転モード切替ルーチンを示すフローチャート。
- 【図13】 第8実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。
- 【図14】 第9実施例における燃料電池システムの構成を示す説明図。

【符号の説明】

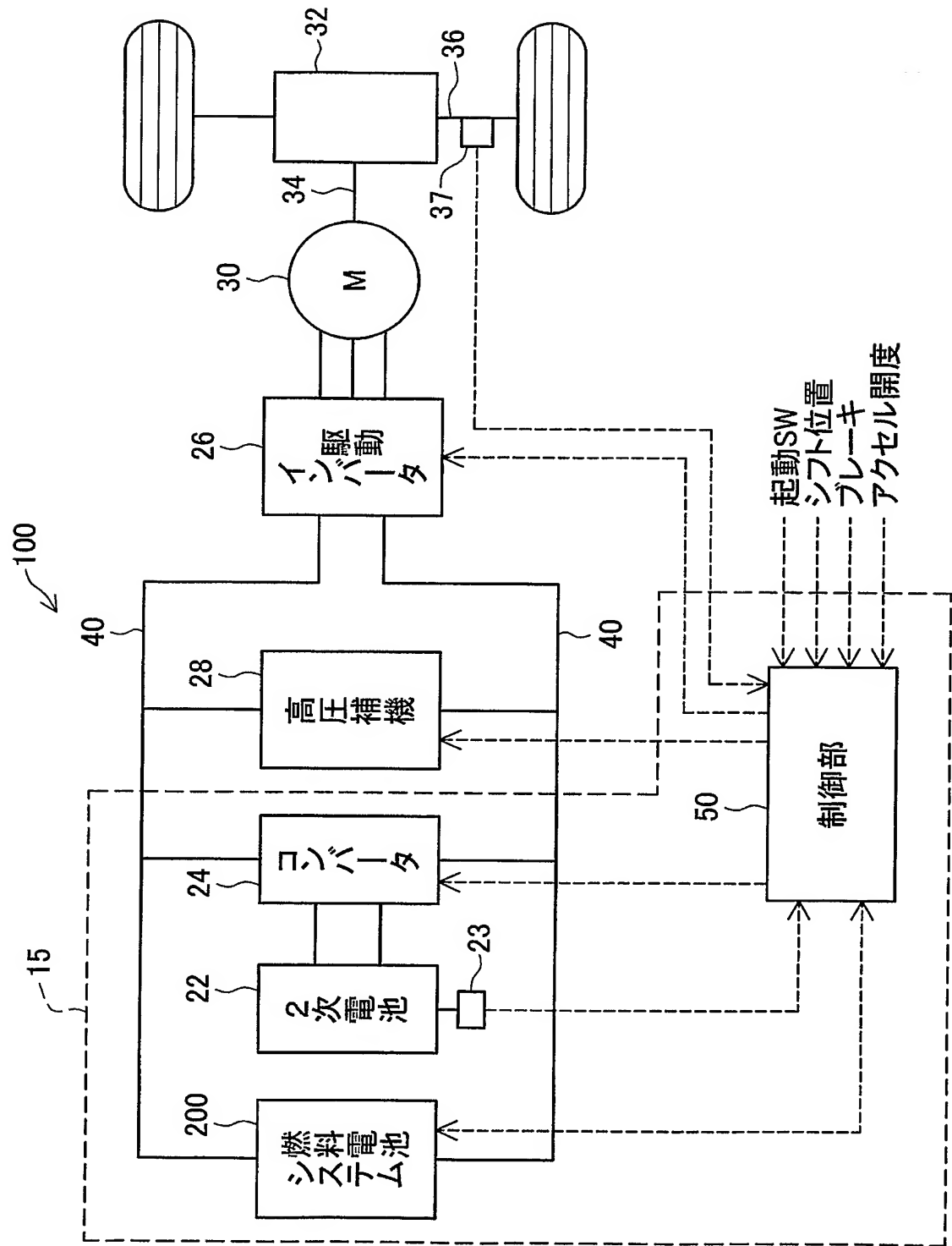
【0140】

15…電源システム

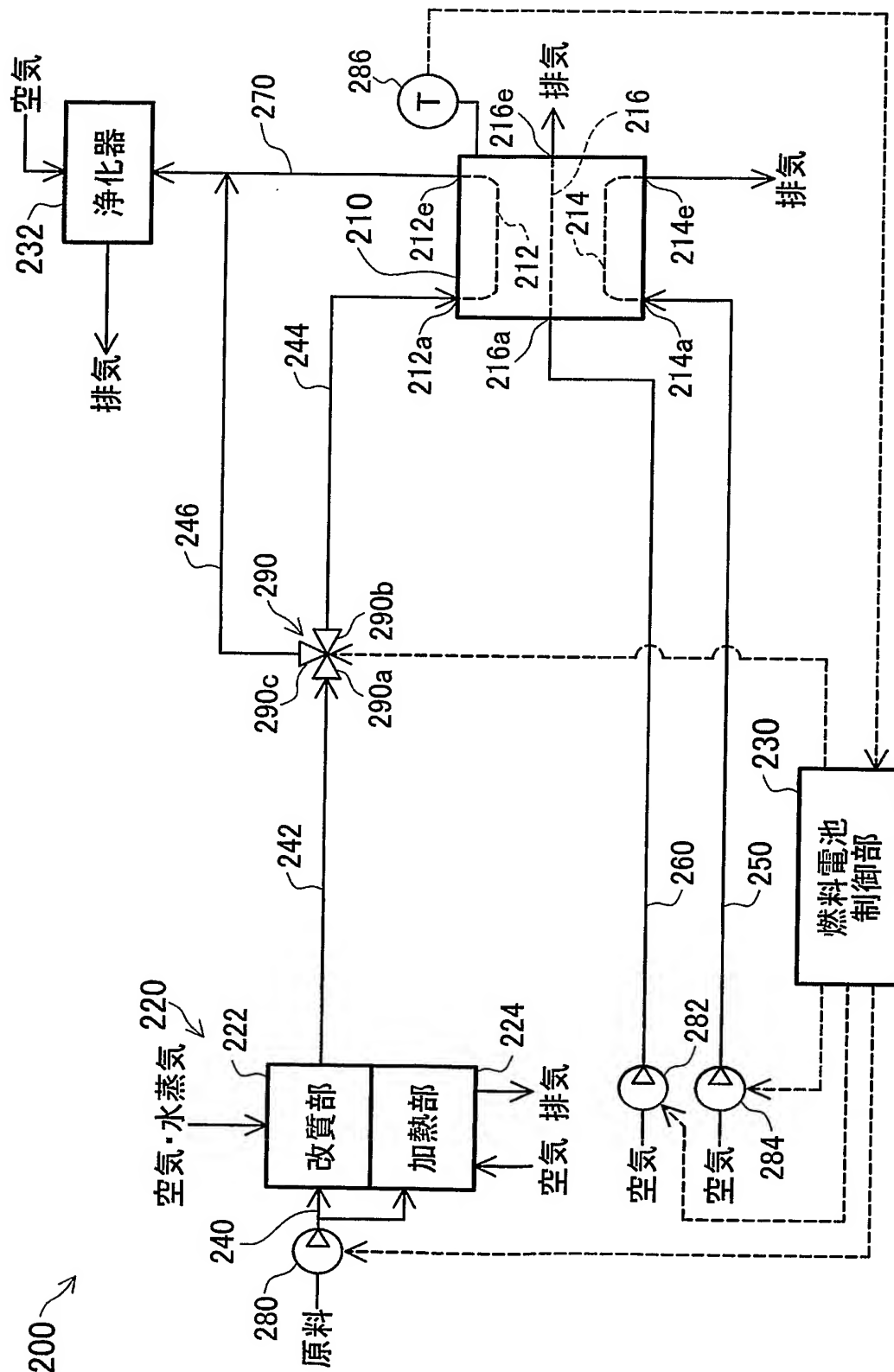
2 3 …残存容量モニタ
2 4 …DC / DC コンバータ
2 6 …駆動インバータ
2 8 …高圧補機
3 0 …駆動モータ
3 2 …減速ギヤ
3 4 …出力軸
3 6 …車両駆動軸
3 7 …車速センサ
4 0 …配線
5 0 …制御部
1 0 0 …電気自動車
2 0 0 …燃料電池システム
2 0 0 a …燃料電池システム
2 0 0 b …燃料電池システム
2 0 0 c …燃料電池システム
2 0 0 d …燃料電池システム
2 0 0 e …燃料電池システム
2 0 0 f …燃料電池システム
2 0 0 g …燃料電池システム
2 0 0 h …燃料電池システム
2 1 0 …燃料電池
2 1 2 …アノード流路
2 1 2 a, 2 1 2 e …アノード流路端
2 1 4 …カソード流路
2 1 4 a, 2 1 4 e …カソード流路端
2 1 6 …冷却ガス流路
2 1 6 a, 2 1 6 e …冷却ガス流路端
2 2 0 …改質器
2 2 2 …改質部
2 2 4 …加熱部
2 3 0 …燃料電池制御部
2 3 0 a …燃料電池制御部
2 3 0 c …燃料電池制御部
2 3 0 d …燃料電池制御部
2 3 0 e …燃料電池制御部
2 3 0 f …燃料電池制御部
2 3 2 …浄化器
2 3 4 …熱交換器
2 3 6 …液水霧化装置
2 3 8 …水素分離装置
2 4 0 …改質原料配管
2 4 2, 2 4 4 …燃料ガス配管
2 4 2 a, 2 4 4 a …燃料ガス配管
2 4 2 b, 2 4 2 c …燃料ガス配管
2 4 3 a, 2 4 3 b …第 1 の燃料ガス配管
2 4 6 …燃料ガスバイパス配管
2 4 6 a, 2 4 6 b …燃料ガスバイパス配管
2 4 6 c …可燃性ガス供給配管
2 4 6 d …第 2 の可燃性ガス供給配管

2 4 8 a …水素分離装置バイパス配管
2 4 8 b, 2 4 8 c …水素分離装置接続配管
2 5 0 …酸化剤ガス配管
2 5 0 a, 2 5 0 b …酸化剤ガス配管
2 5 2 …液水供給配管
2 5 4 a, 2 5 4 b …酸化剤ガス配管
2 6 0 …冷却ガス配管
2 6 0 a, 2 6 0 b …冷却ガス配管
2 6 2 a, 2 6 2 b …冷却ガス配管
2 7 0 …アノードオフガス配管
2 7 2 …水素排出配管
2 7 2 a …燃料ガスバイパス配管
2 7 2 b …水素排出配管
2 7 4 a, 2 7 4 b …改質器排気配管
2 8 0 …改質原料供給ポンプ
2 8 2, 2 8 4 …空気供給ポンプ
2 8 6 …温度センサ
2 9 0 …燃料ガスバイパスバルブ
2 9 2 …可燃性ガス供給バルブ
2 9 4 …改質器排気流路切換バルブ
2 9 6, 2 9 8 …水素分離装置バイパスバルブ
3 0 0 …熱交換器
3 0 2 …ガス流路
3 1 0 …熱交換器
4 0 0 …単セル
4 1 0 …電解質層
4 1 2 …カソード
4 1 4 …電解質
4 1 6 …水素透過性金属層
4 1 8 …水素分子解離層
4 2 0 …アノード
4 2 2, 4 2 4 …セパレータ
4 3 2 …酸化剤ガス流路
4 3 4 …燃料ガス流路

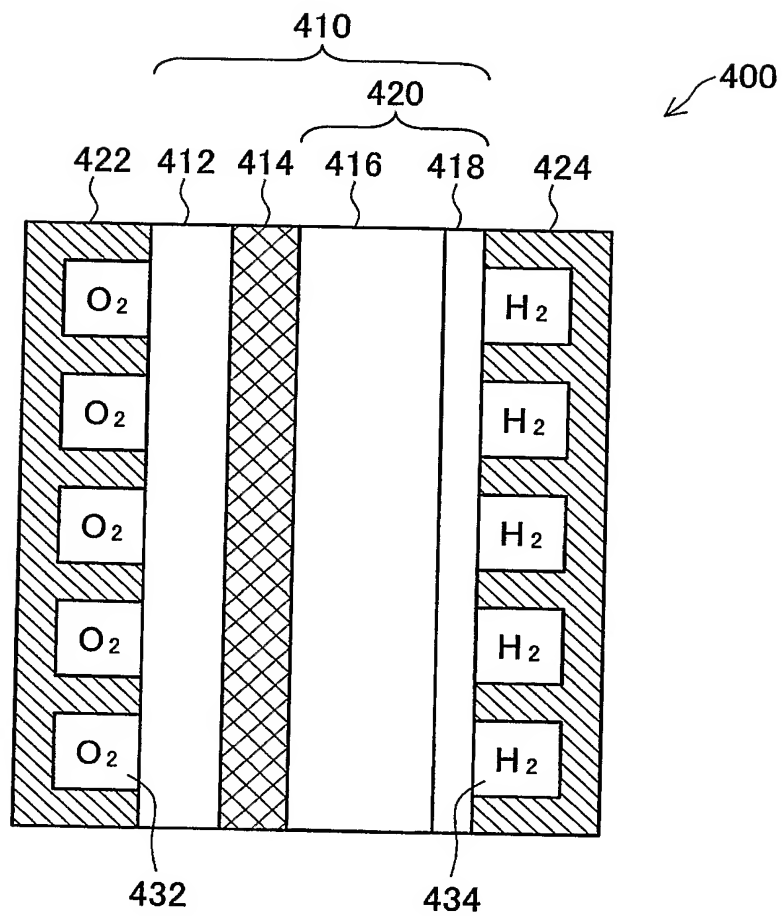
【書類名】 図面
【図 1】



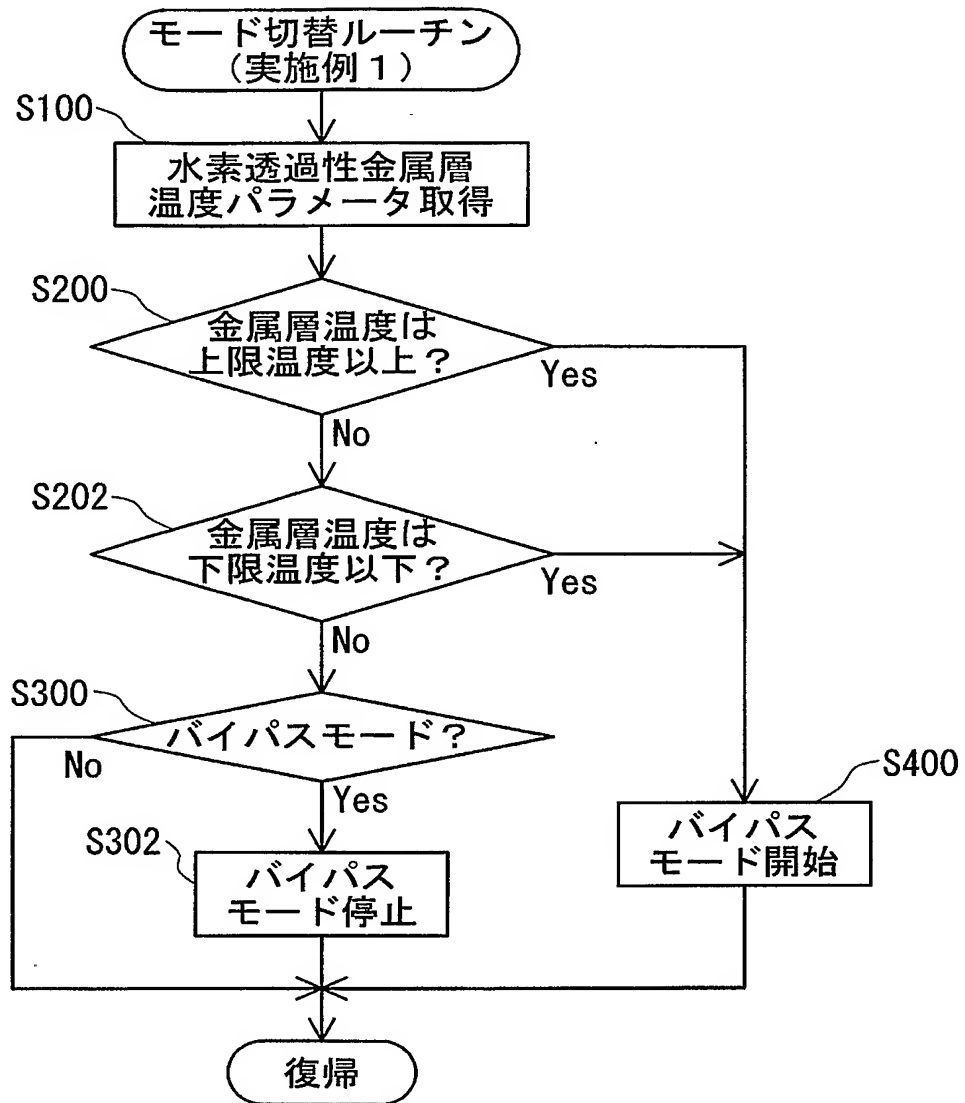
【図 2】



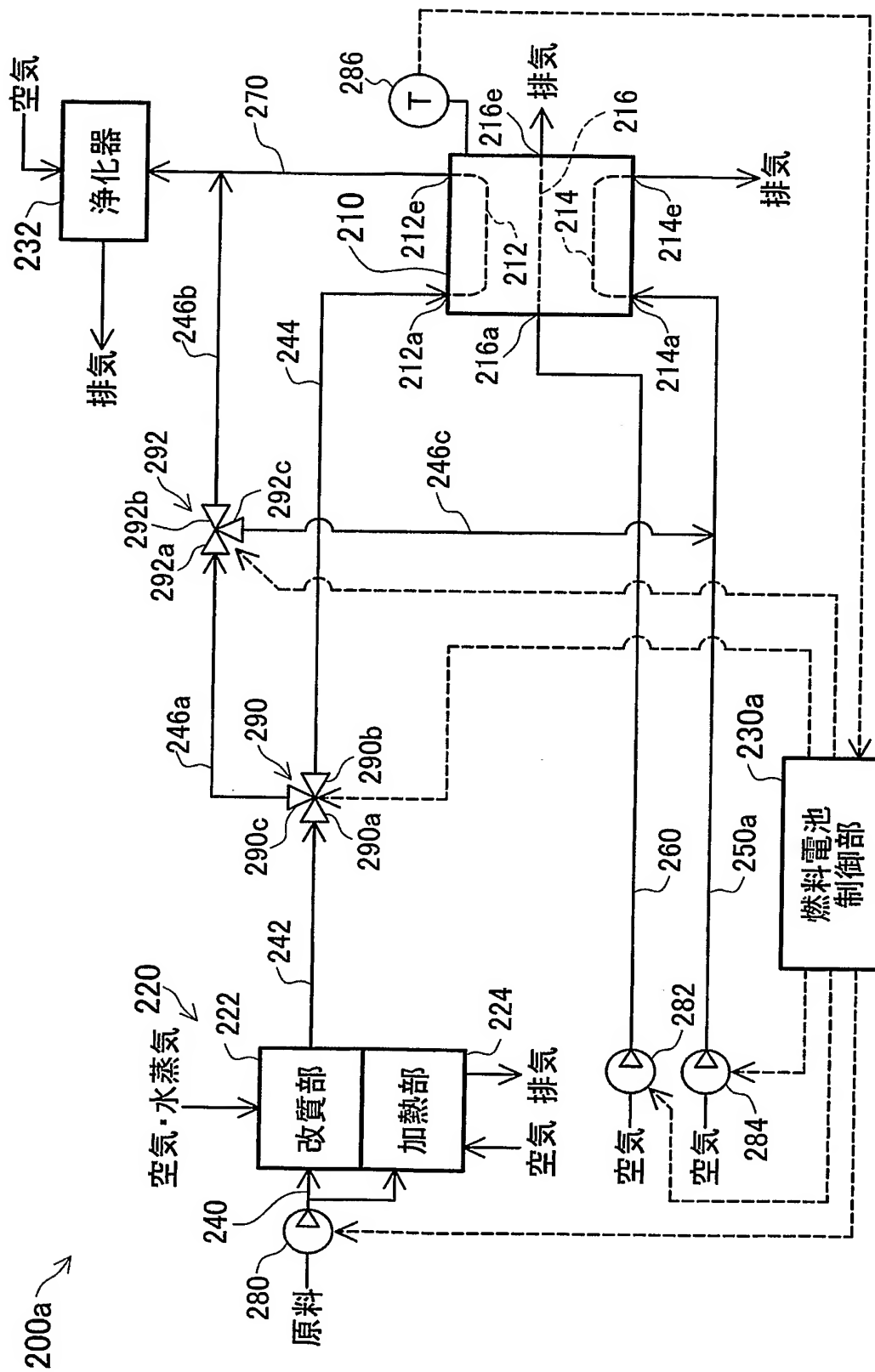
【図 3】



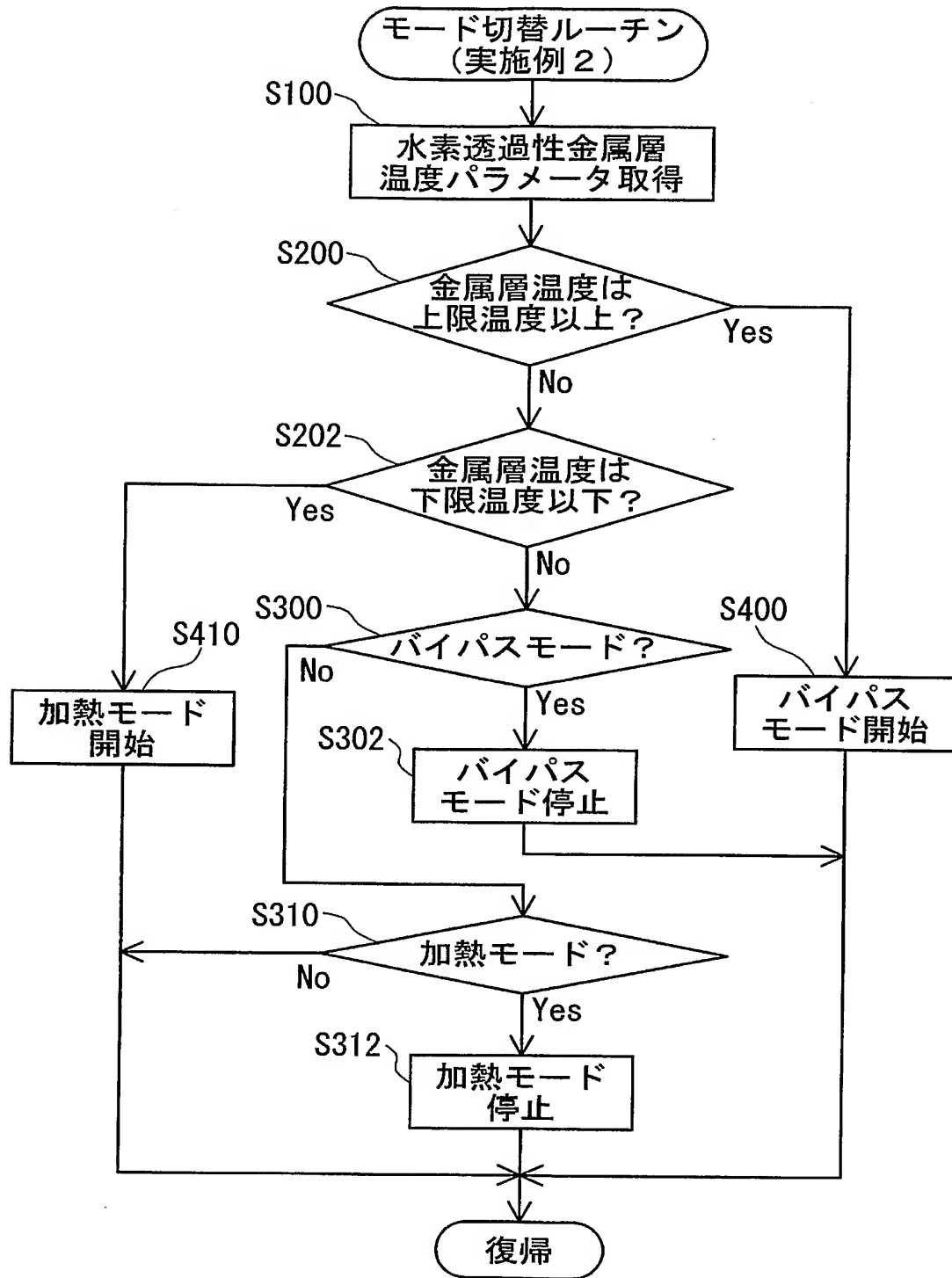
【図 4】



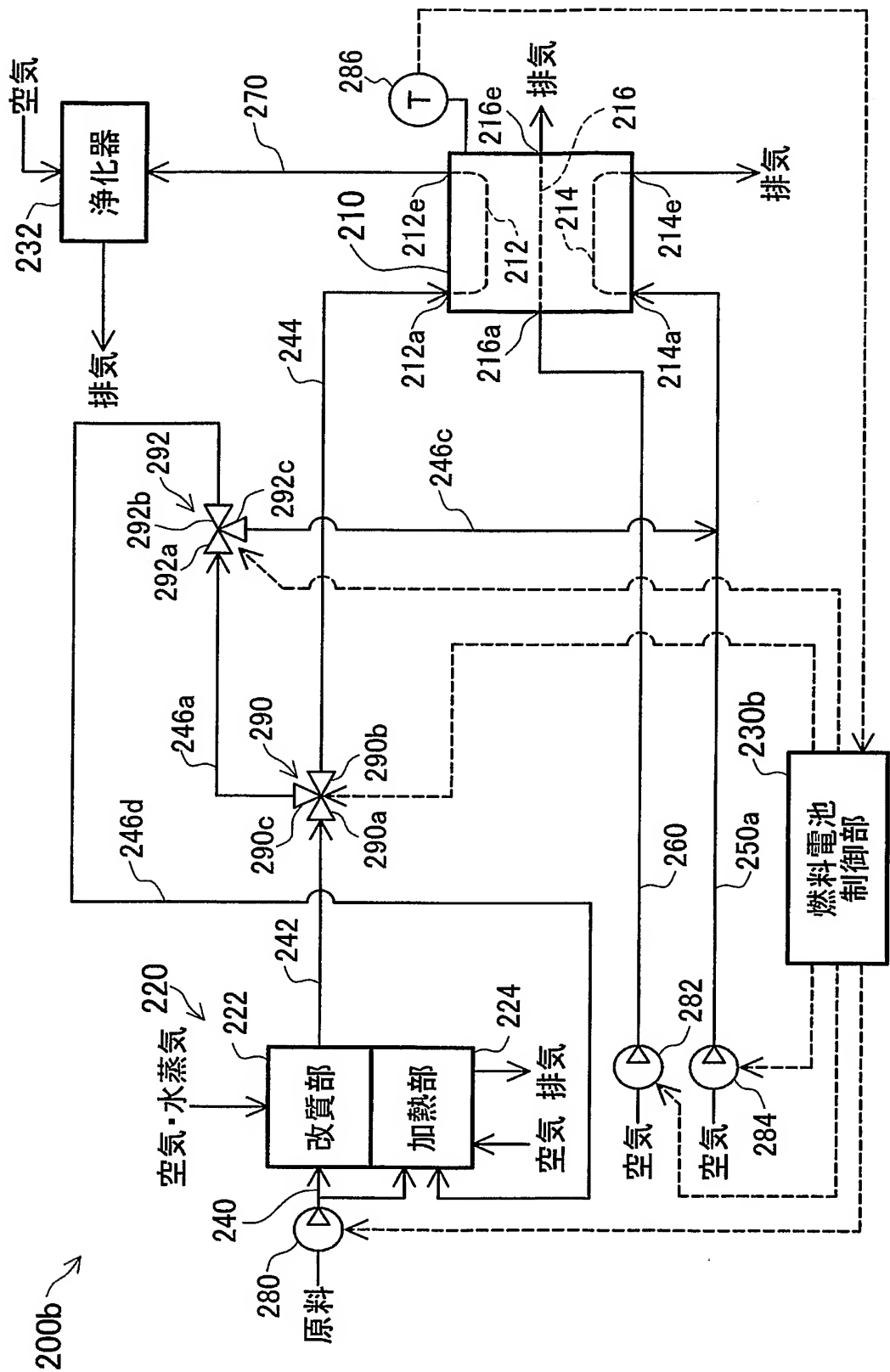
【図 5】



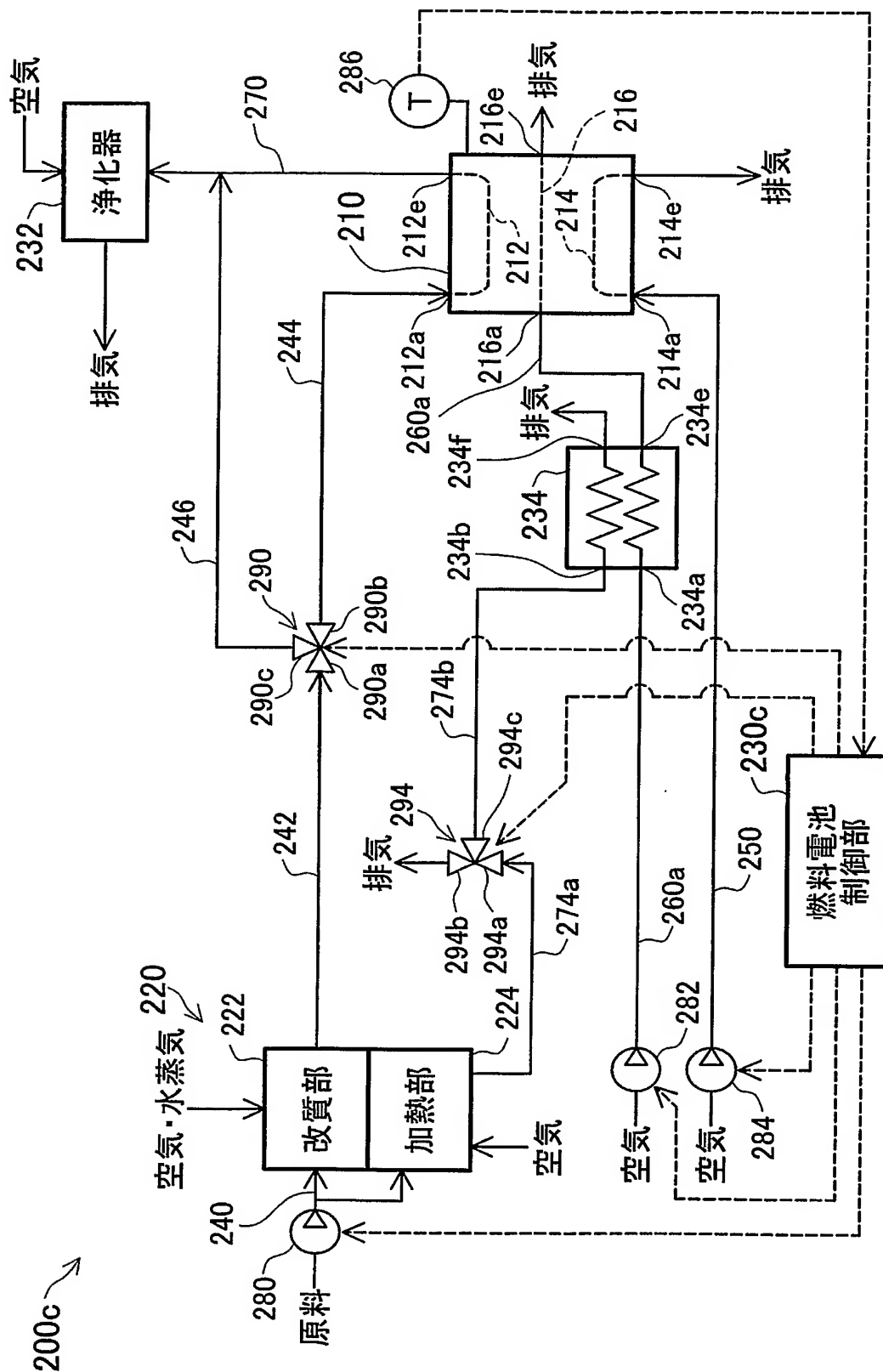
【図 6】



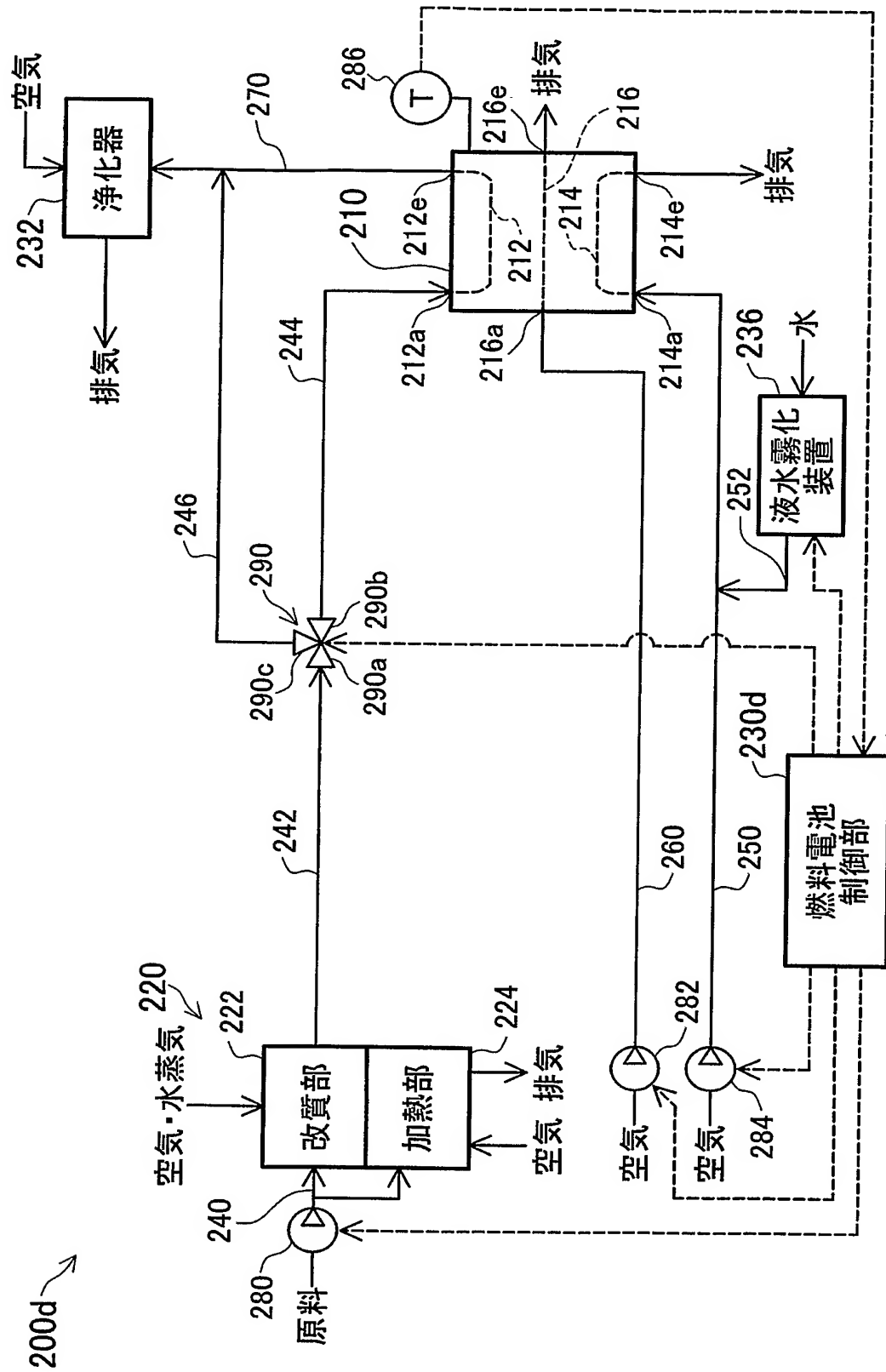
【図 7】



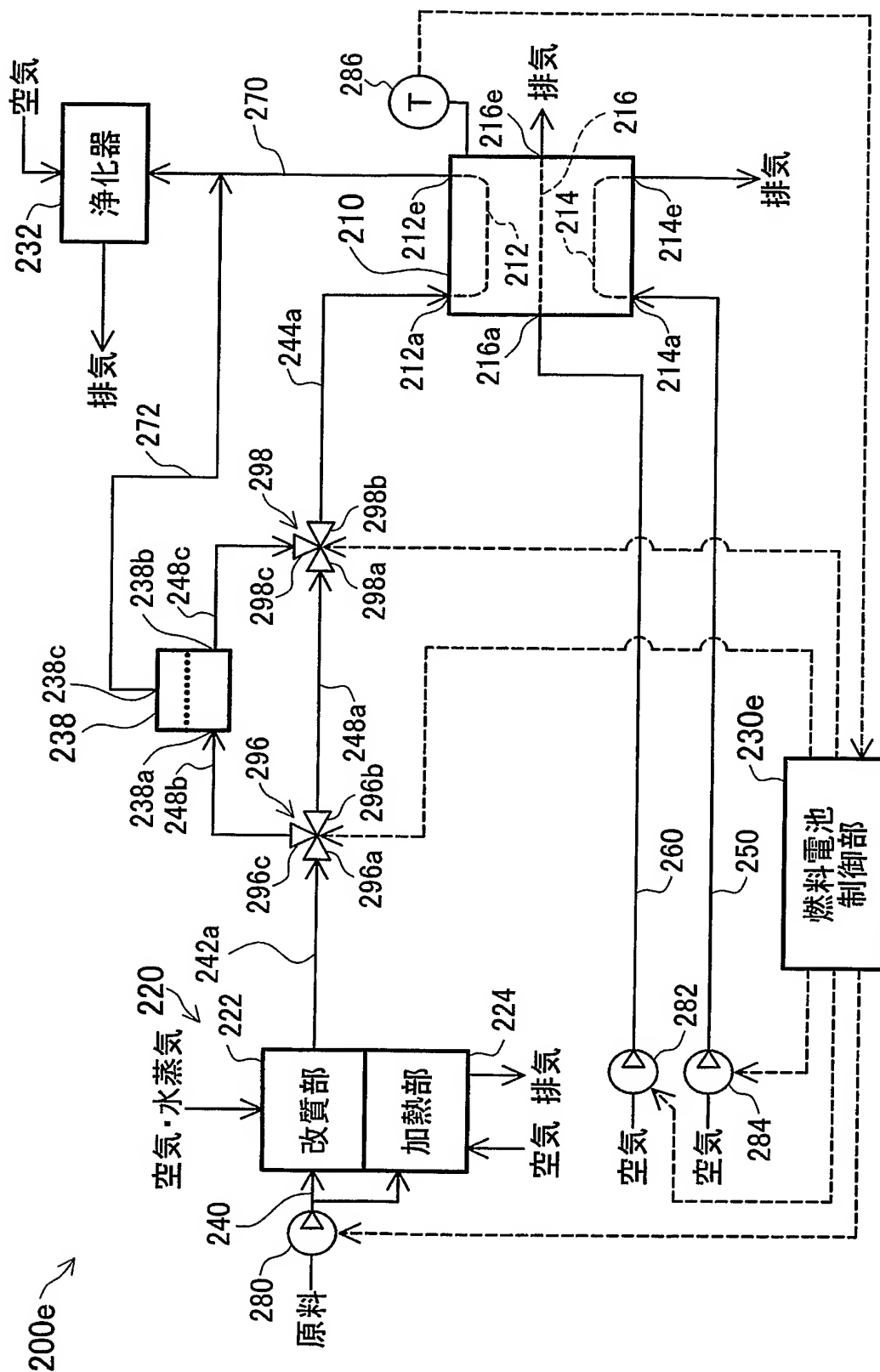
【図 8】



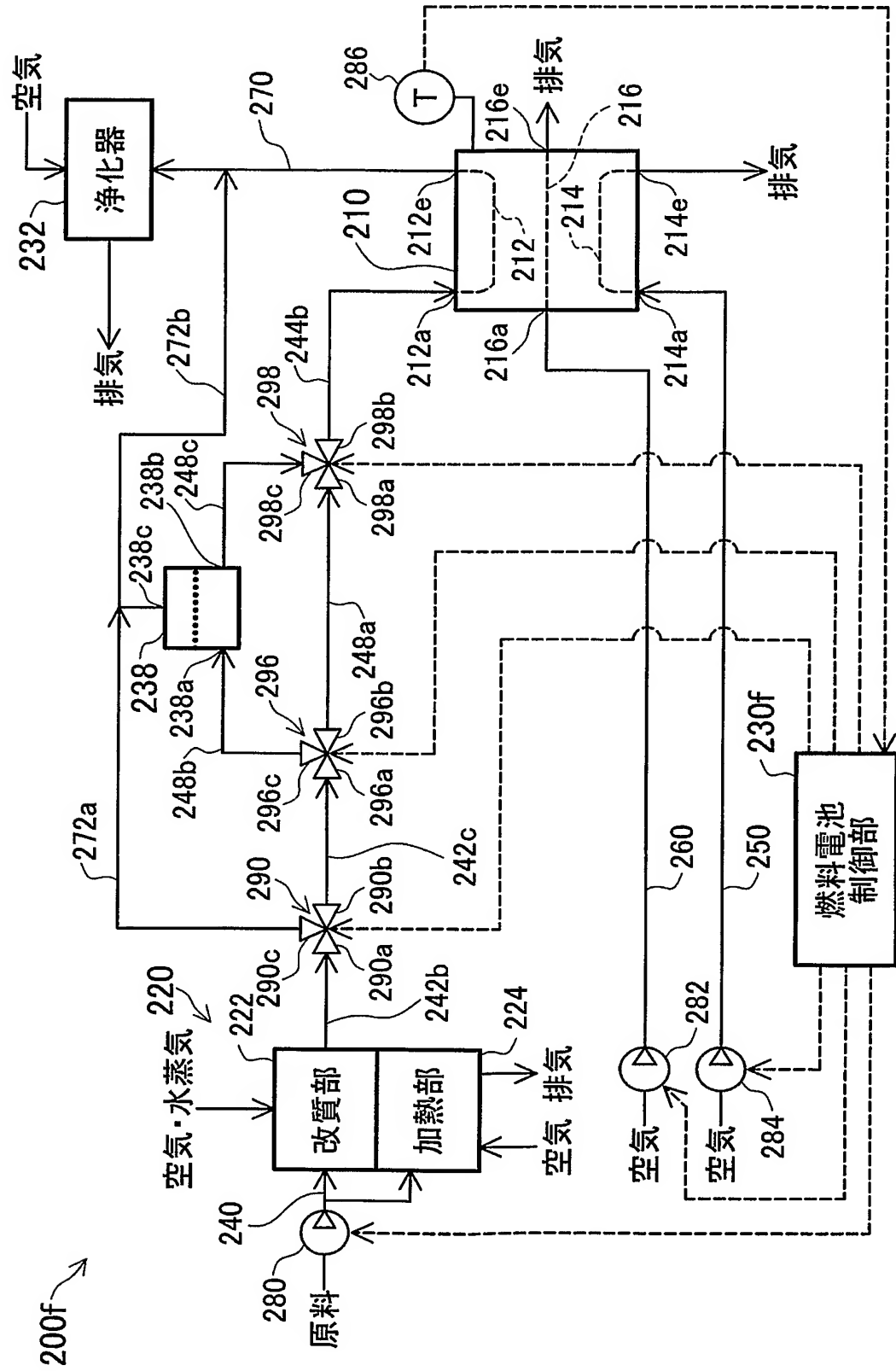
【図 9】



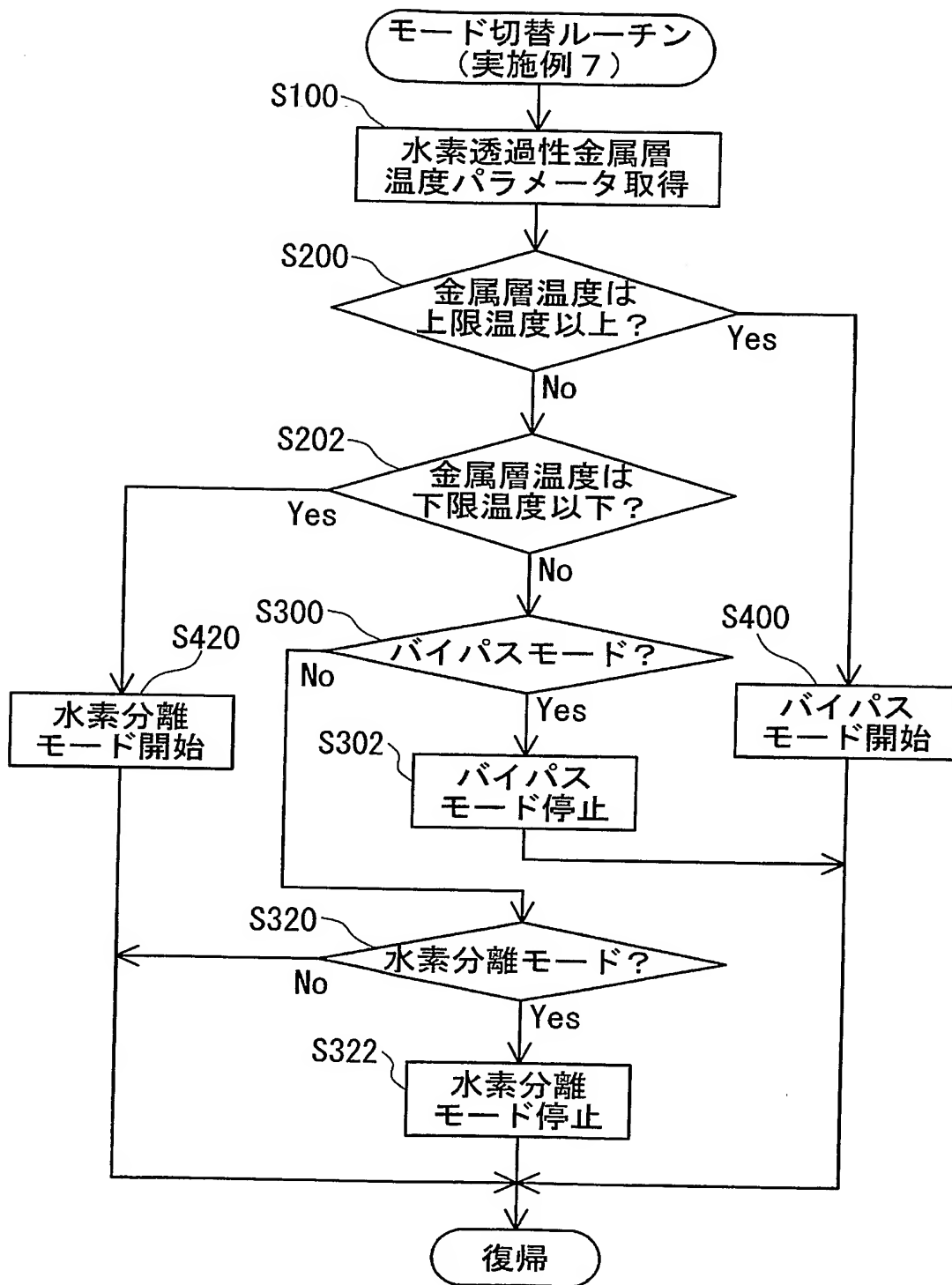
【図 10】



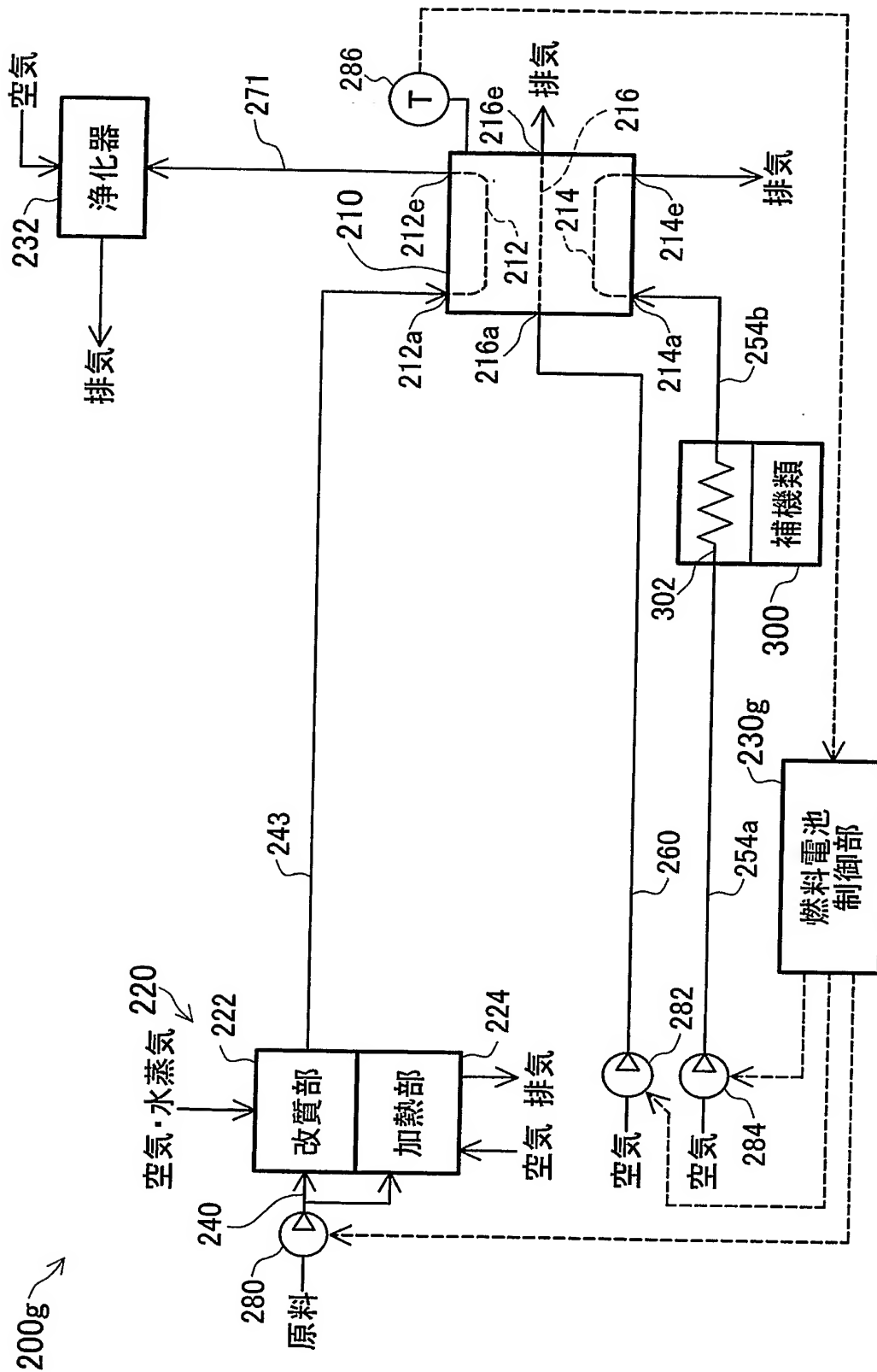
【図 11】



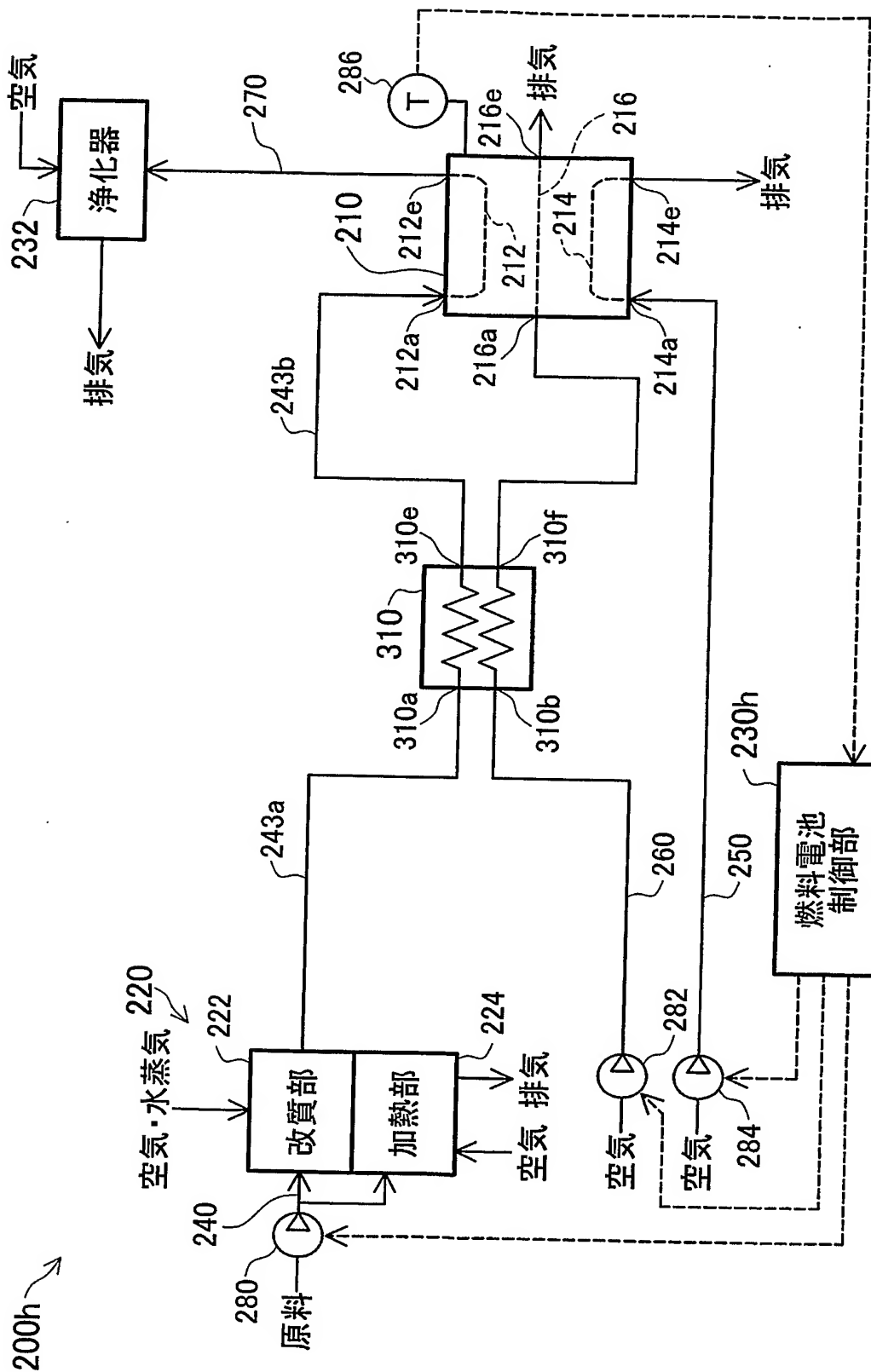
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水素透過性金属層を備える燃料電池において、水素透過性金属層の劣化を抑制する。

【解決手段】 燃料電池システム 2 0 0 は、アノードが水素透過性金属を有する燃料電池 2 1 0 と、燃料電池システム 2 0 0 の運転状態を制御する燃料電池制御部 2 3 0 と、水素透過性金属層の温度パラメータを取得する温度パラメータ取得部とを備えている。燃料電池制御部 2 3 0 は、温度パラメータで表される水素透過性金属層の温度が所定の温度範囲から外れた場合、アノードに燃料ガスを供給するアノード流路 2 1 2 中の水素分圧を低減し水素透過性金属層の劣化を抑制する水素透過性金属層劣化抑制部を作動させる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 4 - 0 5 1 4 4 5

ページ : 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

特願 2 0 0 4 - 0 5 1 4 4 5

ページ : 2/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 6 0 9]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 9 月 6 日
新規登録
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1
株式会社豊田中央研究所